

AVOIMET OPPIMATERIAALIT - ARKIELÄMÄN FYSIIKKA

Mikko Lappalainen

Pro gradu -tutkielma
Fysiikan tutkinto-ohjelma
2020



SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
2	KÄYTÄNNÖN TEHTÄVÄT OPPIKIRJOISSA.....	6
3	UUDET TEHTÄVÄT	8
3.1	Luonnontieteellinen tutkimus	8
3.2	Elämä ja elinympäristö.....	16
3.3	Teknologia ja sovellutukset	26
3.4	Maailmankuva.....	39
3.5	Vuorovaikutus ja liike.....	47
3.6	Sähkö.....	53
4	YHTEENVETO	57
5	LÄHDELUETTELO	59

1 JOHDANTO

Tässä pro gradu -tutkielmassa on tarkoituksena tehdä avointa fysiikan oppimateriaalia, joka on suunnattu yläkouluun. Oppimateriaalissa on yläkoulun eri aihepiireihin liittyviä tehtäviä. Tehtävät ovat mukautettuja vuoden 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden fysiikan oppiaineeseen asetettuihin tavoitteisiin. Tehtävien tarkoituksena on motivoida ja innostaa fysiikan opiskelussa.

Fysiikan opetuksen tavoitteena on kehittää oppilaiden luonnontieteellisen ajattelun ja -maailmankuvan kehittymistä. Lisäksi fysiikan opetuksen tarkoituksena on auttaa ymmärtämään fysiikan merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa. Opetussuunnitelmassa on mainittu myös, että: ” Fysiikan opetuksen tehtävänä on tukea fysiikkaan liittyvien käsitteiden rakentumista sekä ilmiöiden ymmärtämistä”. Lisäksi opetussuunnitelmassa mainitaan, että fysiikan opetuksen tehtävänä on opettaa ymmärtämään fysiikkaa. [1] Tässä oppimateriaalissa pyritään vastaamaan näihin tavoitteisiin ja oppimateriaali on jaettu opetussuunnitelman mukaisiin aihepiireihin.

Arkipäiväisten aiheiden käytöstä fysiikan opetuksessa on tehty vain muutamia tutkimuksia. Guido [5] tutkii fysiikan opiskelumotivaatioon ja asenteisiin liittyviä tekijöitä. Tutkimuksessa havaitaan, että fysiikan opiskelumotivaation lisäämisessä ja ylläpitämisessä auttaa, kun opiskelijalla on mahdollisuus havaita fysiikkaa omassa arjessa, mikä saa fysiikan opiskelun tuntumaan mielekkäältä. Ng ja Nguyen [7] tarkastelevat tutkimuksessaan muun muassa arkipäivän liittämistä fysiikan opiskeluun. Tutkimuksessa todetaan, että suurin osa tutkimukseen osallistuneista opettajista ajattelee, että arkipäiväiset aiheet auttavat ymmärtämään fysiikan aiheita paremmin ja merkityksellisellä tavalla. Käytännön elämän esimerkit myös auttavat kehittämään oppilaille parempaa motivaatiota fysiikan aiheita kohtaan. Tutkimukseen osallistuneista opettajista osa kommentoi myös, että fysiikan kokeissa voisi olla arkipäivän aiheita ja muutenkin opetuksessa arkipäivän aiheita voitaisiin lisätä [7].

Käytännöllisyys ja arkielämään sidotut esimerkit on havaittu olevan hyödyllisiä fysiikan opiskelussa. Tynjälä [4] toteaa, että tehtävien olisi hyvä olla vaihtelevia ja monipuolisia, jotta ne herättäisivät paremmin kiinnostusta. Tehtävien ollessa erilaisia

oppilaat pääsevät tekemään omien mieltymystensä mukaisia tehtäviä. Lisäksi erilaiset työmuodot, yksilöllisen ja yhteisöllisen työskentelyn vaihdokset ja oppimateriaalien monipuolisuus ehkäisevät oppilaiden kyllästymistä. Oppilaat kokevat kiinnostavammiksi tehtävät, joissa on mielekkäitä ja henkilökohtaisesti merkityksellisiä aiheita. Näitä ovat omassa elämässä vastaantulevat ongelmatilanteet, harrastukset ja oppilaiden omaan kokemusmaailmaan liittyvät aiheet. [4]

Perusopetuslain ensimmäisen luvun toisen pykälän mukaan ”opetuksen tavoitteena on tukea oppilaiden kasvua ihmisyyteen ja eettisesti vastuukykyiseen yhteiskunnan jäsenyyteen sekä antaa heille elämässä tarpeellisia tietoja ja taitoja. Lisäksi esiopetuksen tavoitteena on osana varhaiskasvatusta parantaa lasten oppimisedellytyksiä. Opetuksen tulee edistää sivistystä ja tasa-arvoisuutta yhteiskunnassa sekä oppilaiden edellytyksiä osallistua koulutukseen ja muutoin kehittää itseään elämänsä aikana.” [6] Tässä tutkielmassa olevilla tehtävillä halutaan edistää oppilaiden sivistystä ja antaa heille arjessa tarpeellisia tietoja ja taitoja.

Ollessani Oulun Normaalikoulussa opetusharjoittelussa kävin keskusteluita nuorten kanssa fysiikan tehtävistä ja niiden tarkoituksesta. Useissa keskusteluissa heräsi ajatuksia fysiikasta ja siitä, mihin sitä tarvitaan sekä mitä hyötyä tehtävistä on käytännön elämän kannalta. Mielestäni tämän vuoksi olisi erittäin hyvä sitoa fysiikka johonkin arkielämän tapahtumaan, jotta olisi helpompaa ymmärtää fysiikan käsitteitä, mahdollisen laskun suureita ja siinä esiintyviä arvoja.

Useimmiten fysiikan ja matematiikan selkeä suhde jää yläkoulussa vaillinaiseksi. Tutkin tätä oppikirjojen osalta kandidaatintyössäni [3]. Tämä antoi minulle erityistä motivaatiota tehdä pro gradu -tutkielmana avointa oppimateriaalia fysiikasta, johon kytketään myös matematiikan laskennallisuutta. Fysiikkaa on kaikkialla ympärillämme, jos alamme miettiä tarkemmin. Se auttaa ymmärtämään miksi ja miten asioita tapahtuu jokapäiväisessä arjessamme. Tämän tutkielman tarkoituksena on tehdä oppimateriaalia, joka keskittyy arkielämään ja konkreettisiin esimerkkeihin. Tehtävissä on monipuolisesti erityyppisiä ja eri aiheisiin liittyviä niin sanallisia, kokeellisia kuin laskennallisiakin tehtäviä. Tutkielmassa myös pyritään yhdistelemään näitä fysiikan opiskelun eri tapoja samaan tehtävään. Lisäksi tavoitteena on tehdä mahdollisimman paljon sanallisia tehtäviä, jotta luetun ymmärtäminen ja tekstistä

olennaisen poimiminen kehittyisivät. Tämän lisäksi tutkielmassa pyritään tuomaan jonkinasteista huumoria tehtäviin, jotta tehtävistä saisi ehkä jopa hymyn huulille. Toivon, että se osaltaan auttaisi myös oppilaiden motivoinnissa ja kiinnostuksen herättämisessä ainetta kohtaan. Oleellisesti haluan kertoa työlläni, että fysiikka todellakin auttaa ymmärtämään jokapäiväistä elämäämme.

Tutkielma on laadittu seuraavasti. Tutkielman toisessa luvussa kerron fysiikan tutkimusprojektista, jossa tarkastelin perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja. Kolmannessa luvussa on tekemäni fysiikan tehtävät ja perustelut jokaiselle tehtävälle. Kuten aiemmassa kappaleessa todettiin, tehtävät on jaettu opetussuunnitelman mukaisesti. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään luonnontieteelliseen tutkimukseen liittyviä aiheita ja niihin liittyviä tehtäviä. Painopiste tehtävissä on jonkin arkielämän ongelman tai ilmiön pohtimisessa. Näissä tehtävissä on konkreettista mittaamista sekä laskemista ja ennen kaikkea pohtimista aiheesta. Toisessa alaluvussa tarkastellaan ihmisen arkielämän aiheiden lisäksi myös turvallisuutta ja terveyttä. Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena ovat arkielämän fysiikka ja konkreettiset esimerkit, mutta tämän lisäksi toisessa alaluvussa pyritään tuomaan uusia lähestymistapoja suurimmalle osalle tuttuihin aiheisiin, joihin törmäämme jokapäiväisessä elämässä. Kolmannessa alaluvussa on tehtäviä, jotka tarkastelevat erityisesti fysiikan teknologisiin sovelluksiin liittyviä aiheita [1]. Tässä kappaleessa on tarkoitus tuoda esiin niin tämänhetkisiä sovellutuksia kuin todennäköisesti tulevaisuudessakin tarvittavia sovellutuksia. Neljäs alaluku käsittelee maailmankuvaa, ja sen ideana on tuoda tehtävissä esiin selkeästi energian säilymisen periaate sekä maailmankaikkeuden rakenteet. Tavoitteena on myös opetussuunnitelmaa mukaillen liittää tehtäviin uutisia ja ajankohtaisia aiheita. Viides alaluku sisältää tehtäviä, joissa konkreettisin esimerkein ja laskuin tarkastellaan kappaleiden välisiä vuorovaikutuksia. Viimeisessä alaluvussa on tehtäviä sähköstä. Sähköaiheita pyritään tuomaan myös arkielämän tilanteina. Kaikissa eri alalukujen tehtävissä on myös malliratkaisut, sillä ratkaisujen tarkastelu oppilaiden kanssa on olennainen osa oppimista. Tehtävissä pyritään selkeään kielenkäyttöön, jotta fysiikan opiskelun kannalta olennaiset termit ja käsitteet olisivat helpommin opittavissa. Lisäksi tehtävissä on havainnollistavia kuvia, jotka auttavat tilanteen hahmottamisessa.

2 KÄYTÄNNÖN TEHTÄVÄT OPPIKIRJOISSA

Tutkimusprojektissa tutkittiin uuden opetussuunnitelman mukaisia fysiikan oppikirjoja ja arvioitiin, kuinka paljon niissä on fysiikan tehtäviä, jotka ovat konkreettisia sekä sidottavissa arkipäivään. Arkipäivään sidotulla tai konkreettisella tehtävällä tarkoitetaan tutkimusprojektissa sellaista tehtävää, joka selkeästi näyttää mahdollisesti nähdyn tai koetun aiheen yhteyden fysiikkaan. Aihe on tärkeä myös sen vuoksi, että oppilaiden motivaation kannalta olisi hyvin tärkeää löytää arkipäiväisiä ja omaan elämään liittyviä tehtäviä [5].

Tutkimusprojektissa vertailtiin oppikirjojen sisältöjä ainoastaan arkipäiväisten tehtävien määrän kannalta. Oppikirjoja ei arvosteltu muun sisällön kannalta. Kokonaisuudessaan tarkastelussa voitiin havaita, että oppikirjat sisältävät monipuolisesti eri aihepiirien tehtäviä. Tarkasteltava näkökulma tukee myös opetussuunnitelman tavoitetta, jossa mainitaan: ”Fysiikan opetus auttaa ymmärtämään fysiikan ja teknologian merkitystä jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa.” [1]

Tutkimusprojektissa tarkasteltiin yksityiskohtaisesti Sanoma Pro:n kustantamaa Ilmiö -oppikirjaa [8]. Oppikirjan ensimmäinen kappale ”Fysiikka maailmankuvan rakentajana” antaa otsikkonsa perusteella ymmärtää, että kappaleen aihepiiri ja tehtävät auttaisivat ymmärtämään maailmankuvaa paremmin. Tarkemmassa tarkastelussa kuitenkin havaittiin, että konkreettisesti sidottuja tehtäviä on kappaleessa vähäinen määrä. Samoja havaintoja voidaan tehdä myös seuraavasta kappaleesta nimeltä ”Fysiikka ympärillämme”. Kolmannessa kappaleessa ”Lämpö, energia ja yhteiskunta” voitiin havaita olevan enemmän käytännönläheisiä tehtäviä kuin kirjan aiemmissa kappaleissa. Kappaleessa on muutamia arkipäiväisiä tehtäviä, kuten: ”Miksi uinnin jälkeen helteiselläkin ilmalla voi tulla vilunväristyksiä?”. [8]

Ilmiö -oppikirjan neljännessä kappaleessa ”Vuorovaikutus, liike ja voima” on suuri määrä käytännönläheisiä tehtäviä varsinkin tasaisesta ja muuttuvasta liikkeestä. Toisaalta kappaleen osassa, joka käsittelee vuorovaikutuksia ja voimaa, on arkipäiväisiä tehtäviä poikkeuksellisen vähän. Viidennessä kappaleessa ”Liike, energia ja mekaaninen työ” jokaisessa pienemmässä osassa on useita

käytännönläheisiä tehtäviä, kuten: ”Miksi raivaussaksissa on pitkät varret?”. Kuudennessa kappaleessa ”Sähkö” voitiin tehdä yleisiä havaintoja, että konkretiaan liitettäviä tehtäviä on hyvin vähän. Kuitenkin kodin sähköturvallisuutta koskevassa osassa käytännönläheisiä tehtäviä ovat lähes kaikki. Oppikirjan viimeisen kappaleen ”Sähkön tuotanto” tarkastelussa voitiin yhdessä pienemmässä sähkön tuotantoa koskevassa osassa havaita, että kaikki tehtävät ovat arkipäivään sidottuja. Muissa kappaleen osissa käytännönläheisiä tehtäviä oli viisi tai enemmän, mutta kuitenkin vähemmistö kappaleen tehtävistä. [8]

Tutkimusprojektissa tarkasteltiin myös kahta muuta opetussuunnitelman mukaista oppikirjaa, Sanoma Pro:n FYKE Fysiikka 7–9 [2] ja Otavan Titaani [9]. Molempien oppikirjojen kaikissa kappaleissa tehtävistä noin puolet tai vähemmän olivat konkretiaan liitettyjä. Tutkimusprojektin aiheen näkökulmasta voidaan käytännönläheisten tehtävien määrän perusteella todeta, että niille olisi enemmän tarvetta aiheesta kuin aiheesta.

Kaiken kaikkiaan oppikirjoissa korostui käytännönläheisyys erityisesti energian tuotantoon, kodin sähköturvallisuuteen ja liikkeeseen liittyvissä tehtävissä. Poikkeuksellisen vähän tehtäviä taas oli laajoissa aihealueissa, kuten Ilmiö -oppikirjan kappaleissa ”Fysiikka ympärillämme” ja ”Fysiikka maailmankuvan rakentajana”. Kuten aiemmin todettiin kappaleiden otsikot antavat ymmärtää, että kappaleet käsittelevät arkielämän fysiikkaa, mutta tarkastelussa havaittiin, että teorian ja käytännön välisiä sidoksia tehtävissä on vähän.

Tarkasteltavien oppikirjojen ensimmäisissä kappaleissa olisi oppilaiden motivoinnin kannalta perusteltua lisätä käytännönläheisten tehtävien määrää, koska se auttaisi oppilaita lähestymään fysiikkaa oppiaineena. Lisäksi arkipäivän tehtävät auttaisivat oppilaita ymmärtämään fysiikan merkityksen ja hyödyllisyyden oppiaineena, sillä niiden avulla voidaan selittää suuri osa ympärillämme tapahtuvista asioista. Tutkimusprojektissa saadut havainnot antavat lisämotivaatiota avoimen oppimateriaalin tekemiseen tässä pro gradu -tutkielmassa. Lisäksi tutkimusprojekti antaa pohjaa sille, mistä aihepiireistä ja minkälaisia tehtäviä voitaisiin hyödyntää opetuksessa.

3 UUDET TEHTÄVÄT

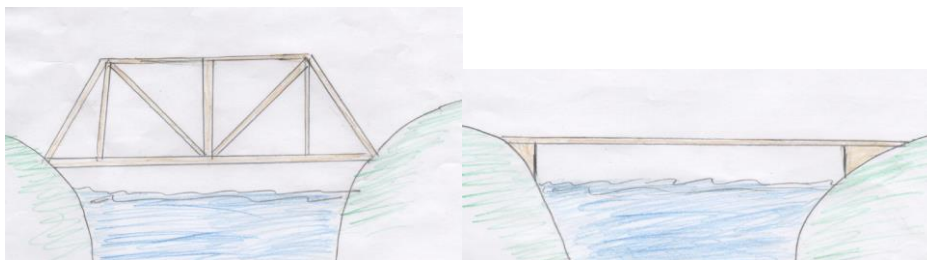
Tämä luku jakautuu kuuteen opetussuunnitelman mukaiseen fysiikan aihealueeseen, joita ovat luonnontieteellinen tutkimus, elämä ja elinympäristö, teknologia ja sovellutukset, maailmankuva, vuorovaikutus ja liike sekä sähkö. Tämän luvun kappaleet on jaettu niin, että aluksi esitellään perustelut jokaiselle tehtävälle. Tämän jälkeen on itse tehtävä ja sen ratkaisu. Tehtävien aiheet on pyritty liittämään opetussuunnitelman tavoitteiden pohjalta arkipäiväisiin aiheisiin. Lisäksi tehtävien ajatuksena on tuoda jotain uudenlaista lisämateriaalia fysiikan opettamiseen.

3.1 Luonnontieteellinen tutkimus

Tässä luvussa olevien tehtävien tavoitteena on vastata perusopetuksen opetussuunnitelman mukaiseen tavoitteeseen S1. Tavoitteen mukaan oppilaille esitellään kokeellista tutkimista ja sen eri vaiheita. Lisäksi oppilaiden tulee tavoitteen mukaan pohtia eri ongelmia ja ilmiöitä. Kokeellisessa työskentelyssä on tärkeää ottaa huomioon kaikki sen eri vaiheet, kuten koejärjestelyn suunnittelu ja rakentaminen, mittaaminen ja havainnointi sekä tulosten käsittely ja arviointi. [1] Tehtävien tarkoituksena on motivoida tutkimaan ja tulkitsemaan arkipäiväisiä aiheita.

Tehtävällä 3.1.1 halutaan vastata perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteeseen T9. Sen mukaisesti oppilaiden oppimista tuetaan myös simulaatioiden avustuksella [1]. Tehtävä on tarpeellinen, sillä se näyttää fysiikan merkityksen arkipäiväisessä aiheessa. Tehtävässä tarkastellaan siltoja, joiden suunnittelussa on tunnettava fysiikkaa. Tehtävä osoittaa kolmiorakenteen vahvuuksia ja fysiikan suhde rakennussuunnitteluun tulee selkeästi esiin. Tutkittaessa perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja voidaan havaita, ettei niissä esitetä vastaavaa tehtävää. Tavoitteeseen S1 vastaan siten, että tehtävässä havainnoidaan simulaatiota ja sen perusteella tehdään havaintoja. Tehtävässä siis opetetaan kokeellisessa työskentelyssä tarvittavia taitoja ja ennen kaikkea siinä havainnollistetaan, miten fysiikka ilmenee siltojen rakenteiden suunnittelussa. Ratkaisu on tarpeen käydä läpi opettajaohjoisesti, sillä yläkoulun oppikirjoissa vastaavaa aihetta ei tuoda esiin.

Tehtävä 3.1.1



Rekkamies Reino on liikenteessä raskaalla kuorma-autolla ja pohtii, kummasta sillasta hänen kannattaisi kulkea. Kumman Reino valitsee ja miksi? Tutki tilannetta videon avulla ja kerro havainnoistasi. Video löytyy Moodleen tehdystä opetusmateriaalista. Linkki Moodleen ja kirjautumistiedot ovat luvussa neljä.



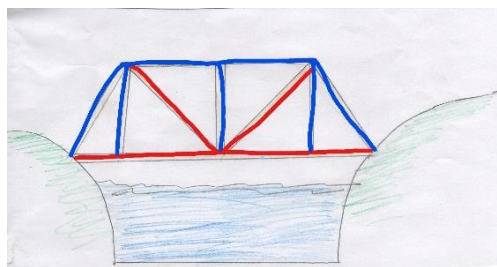
Kuva 3: Esimerkki siltavideosta.



Kuva 4: Toinen esimerkki siltavideosta.

Ratkaisu:

Reino valitsee kolmiorakenteeseen perustuvan sillan. Simulaatiosta huomataan, että suora palkkisilta ilman tukirakenteita antaa periksi kohdassa, jossa rasitus on suurin, eli keskellä. Kolmiorakenteeseen perustuva silta sen sijaan kestää, sillä kolmiorakenne perustuu jännitykseen ja puristukseen. Sillalla kulkeminen luo jännitteitä ja puristusta kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 5: Sillan alapalkkiin sekä kahteen vino palkkiin kohdistuu jännitys, joka on merkitty punaisella. Puristus kohdistuu sinisellä merkittyihin palkkeihin. [11]

Kolmiorakenteessa siis jännityksen syntyessä on myös puristusta, joka pitää siltaa koossa ja yhtenäisenä. Pelkässä palkkisillassa puristus ja jännitysvoimat riippuvat oleellisesti palkin korkeudesta. Palkkisillassa sama paino, eli tässä tapauksessa auton aiheuttama paino, aiheuttaa suuremman puristus- ja jännitysvoiman, kuin kolmiorakenteisessa sillassa. Tämä johtuu siitä, että pelkän palkkisillan palkin korkeus on hyvin paljon pienempi kuin kolmiorakenteisen sillan kokonaisuudessaan. Silta sortuu siis todennäköisemmin, jos palkin korkeus on matala. Tämä ei ole raskaalle kuormalle riittävästi, jonka takia silta voi antaa periksi. Eli kolmiorakenne silta on rakenteeltaan kestävämpi ja siksi Reino valitsee turvallisen vaihtoehdon, jottei hän joudu uimaan.

Tehtävä 3.1.2 on tavoitteen T5 mukainen. Tavoitteen mukaan oppilasta kannustetaan ”muodostamaan kysymyksiä tarkasteltavista ilmiöistä sekä kehittämään kysymyksiä edelleen tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohdiksi.” [1] Tehtävä on tarpeellinen, sillä se selittää miksi joskus ilmanvastus voidaan jättää fysiikan tehtävissä huomioimatta. Tehtävä soveltuu lukioon valmistavaksi tehtäväksi ja tehtävän aihetta voisi tutkia myös kokeellisesti. Oppikirjoista esimerkiksi Titaanissa [7] voi käyttää oppikirjan laskuvarjo esimerkkiä ratkaisun tukena ja selittämisessä. Tehtävässä 3.1.2 on käytetty laskuja ratkaisun tukena, mutta ne voidaan myös selittää tai tarkastella niitä yhdessä opettajan kanssa.

Tehtävä 3.1.2

Jos ilmaan heitetään koripallo ja pingispallo, kummalle pallolle ilmanvastuksen vaikutus on merkittävän suuri? Pohdi mistä tämä voisi johtua. Koripallon massa on 623,7 g ja säde 24,26 cm. Pingispallon massa on 2,7 g ja säde 4 cm.



Ratkaisu:

”Ilmanvastus on voima, joka hidastaa putoavaa kappaletta. Se aiheutuu kappaleen pinnan ja ilman välisestä vuorovaikutuksesta.” [7] Painovoima vetää palloja kohti maanpintaa, mutta ilmanvastus vastustaa pallojen putoamista. Tämä vastus johtuu siitä, että pallo joutuu työntämään ilmamassaa tieltään putoamisensa aikana.

Ilmanvastukseen vaikuttaa ilman tiheys (ρ), esineen nopeus (v), kappaleen poikkipinta-ala (A) ja ilmanvastuskerroin (C_v). Ilmanvastusta voidaan kuvata yhtälöllä: $F_v = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_v$ [13]. Tehtävän helpottamiseksi voidaan olettaa nopeuden, ilmanvastuskertoimen (molemmat pallon muotoisia) ja ilman tiheyden pysyvän tilanteessa vakioina. Voidaan ensin verrata pingispalloon kohdistuvan ilmanvastuksen suuruutta koripalloon.

$$\begin{aligned}
& \frac{F_{v_{\text{pingispallo}}}}{F_{v_{\text{koripallo}}}} \\
&= \frac{\frac{1}{2} \rho v^2 A_{\text{pingispallo}} C_v}{\frac{1}{2} \rho v^2 A_{\text{koripallo}} C_v} \\
&= \frac{A_{\text{pingispallo}}}{A_{\text{koripallo}}} \\
&= \frac{\pi r_{\text{pingispallo}}^2}{\pi r_{\text{koripallo}}^2} \\
&= \frac{r_{\text{pingispallo}}^2}{r_{\text{koripallo}}^2} \\
&= \frac{(4 \text{ cm})^2}{(24.26 \text{ cm})^2} \\
&= 0.0271856
\end{aligned}$$

Tästä voidaan päätellä, että koripalloon vaikuttava ilmanvastus on $(1/0,0271856 = 36,78)$ 36 kertaa suurempi kuin pingispalloon vaikuttava ilmanvastus.

Lasketaan sitten pingispalloon ja koripalloon vaikuttava paino ja verrataan pingispalloa koripalloon. Paino lasketaan seuraavasti: $G = mg$ [10]. Pingispallon massa on 2,7 grammaa eli 0,0027 kg ja putoamiskiihtyvyys g on 9.81 m/s^2 . Pingispalloon vaikuttava paino on tällöin: $G = 0,0027 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 0,026487 \text{ N}$. Koripallon massa on 623,7 grammaa eli 0,6237 kg ja putoamiskiihtyvyys g on $9,81 \text{ m/s}^2$. Koripalloon vaikuttava paino on tällöin: $G = 0,6237 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 6,118497 \text{ N}$.

$$\begin{aligned}
& \frac{G_{\text{pingispallo}}}{G_{\text{koripallo}}} \\
&= \frac{0.026487 \text{ N}}{6.118497 \text{ N}} \\
& \frac{0.026487}{6.118497} = 0.004329
\end{aligned}$$

Tästä voidaan päätellä, että koripalloon kohdistuva paino on $(1/0,004329 = 231,00)$ 231 kertaa suurempi kuin pingispalloon kohdistuva paino.

Nyt voidaan verrata saatuja tuloksia ja katsoa millainen on ilmanvastuksen vaikutus tilanteessa:

$$\frac{\frac{F_{v_{pingispallo}}/G_{pingispallo}}{F_{v_{koripallo}}/G_{koripallo}}}{\frac{F_{v_{pingispallo}}/G_{pingispallo}}{36F_{v_{pingispallo}}/231G_{pingispallo}}} [14]$$

$$\frac{231}{36} = 6.41667$$

Tämä tarkoittaa, että pingispallon kokema ilmanvastuksen vaikutus on noin 6 kertainen kuin koripallon kokema ilmanvastuksen vaikutus. Edellä olevaan ratkaisuun perustuen voidaan mainita esimerkiksi koripalloon liittyvissä heittoliike tehtävissä, ettei ilmanvastusta tarvitse ottaa huomioon. Toisaalta pingispallo tehtävässä ilmanvastus täytyisi ottaa huomioon.

Tehtävä 3.1.3 on opetussuunnitelman tavoitteen T7 mukainen. Tehtävässä halutaan ”ohjata oppilasta käsittelemään, tulkitsemaan ja esittämään omien tutkimustensa tuloksia sekä arvioimaan niitä ja koko tutkimusprosessia.” [1] Tehtävä on tarpeellinen, sillä se sitoo nosteen käsitteen veneilyyn, ja siten arkipäivään, kokeellisen työskentelyn avulla.

Tehtävä 3.1.3

Perhe Lampinen on veneilemässä. Miten on mahdollista, että vene kelluu, vaikka massaa (vene, moottori ja perhe) on useita satoja kiloja? Tarkastele tilannetta kokeellisesti.



Ratkaisu:

Tehtävää voidaan testata esimerkiksi seuraavasti:



Tarvitaan kulho, vettä, foliopaperia ja esineitä painoiksi, esimerkiksi nopat.

Kokeellinen osuus:

1. Otetaan kulhoon vettä, mikä korvaa tehtävänannossa järven.
2. Leikataan kaksi suunnilleen samanmittaista foliopaperia. Toinen papereista muotoillaan veneeksi ja toinen ei.
3. Tehdään hypoteesi eli ennuste kokeen tuloksesta: Muotoiltu vene pysyy pinnalla.
4. Otetaan kuusi noppaa esittämään moottoria ja Lampisten perhettä.
5. Katsotaan, kelluuko foliopaperi ilman painoja. Huomataan, että se kelluu.
6. Testataan mitä tapahtuu, jos ei muotoilla foliopaperia ollenkaan ja laitetaan nopat kyytiin. Huomataan, että esineet uppoavat:



7. Muotoillaan foliopaperi veneeksi ja laitetaan nopat kyytiin. Saadaan jokseenkin toimiva kelluva vene:



Päätelmä: Hypoteesi on oikein. Tapahtumaa voidaan selittää Arkhimedeen lailla. Lain mukaan asetettaessa kappale nesteeseen, kappaleeseen kohdistuu noste, joka on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino. Matemaattisesti voidaan kirjoittaa tämä muodossa [10]:

$$Noste = nesteen/kaasun\ tiheys \cdot upotetun\ kappaleen\ tilavuus \cdot putoamiskiihtyvyys$$

$$N = \rho Vg$$

Molemmat veneet ovat samassa vedessä eli veden tiheys on sama kummassakin tilanteessa. Putoamiskiihtyvyys on myös sama, jolloin ainut erottava tekijä on tilavuus. Muotoiltu vene siis kelluu siksi, että muotoilussa ontto sisätila kasvattaa veneen tilavuutta, jolloin veneen syrjäyttämän nestemäärän paino on yhtä suuri kuin veneeseen ylöspäin kohdistuva noste, jolloin vene kelluu.

Tehtävällä 3.1.4 pyritään vastaamaan opetussuunnitelman tavoitteeseen T6. Oppilasta ohjataan ”toteuttamaan kokeellisia tutkimuksia yhteistyössä muiden kanssa sekä työskentelemään turvallisesti ja johdonmukaisesti.” [1] Tehtävässä lämpötilan arviointi sidotaan arkipäivän tilanteeseen ja oppilaat pääsevät tekemään helposti toteutettavan oppilastyön.

Tehtävä 3.1.4

Liisa on tekemässä pullataikinaa, ja hän haluaa laittaa hiivan 37 celsiusasteen maitoon, kuten isoäidiltä perityssä ohjekirjasessa neuvotaan. Liisan lämpömittari on hukassa, joten hänen täytyy arvioida maidon lämpötila käsin. Ei hukata hyvää maitoa vaan testataan vedellä. Tutki itse, kuinka tarkkaan onnistut arvioimaan veden lämpötilan

kädellä kokeilemalla. (Vinkki: Ihmisen kehon lämpötila on noin 37 astetta ja sitä voidaan tehtävässä käyttää kiintopisteenä.)



Ratkaisu:

Otetaan vettä esimerkiksi dekanterilasiin ja testataan kädellä, kuinka lämmintä vesi on. Kirjoitetaan arvio lämpötilasta, jonka jälkeen mitataan lämpömittarilla veden lämpötila. Sitten tuloksia voidaan verrata toisiinsa ja katsoa kuinka lähelle arvio osui. Nesteen oikea lämpötila on tärkeä leivonnassa, sillä liian kylmässä nesteessä taikina kohoaa hitaammin, kun taas liian korkeassa lämpötilassa hiivasolut eivät pysty toimimaan.

3.2 Elämä ja elinympäristö

Tämän luvun tehtävien tarkoituksena on olla perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteen S2 mukaisia. Tavoitteen mukaan ilmiöitä tarkastellaan erityisesti terveyden ja turvallisuuden näkökannalta, ja sisältöjen valinnassa huomioidaan paikallinen toimintaympäristö. Tarkoituksena on lisäksi tutustua sähkömagneettisen ja hiukkassäteilyn lajeihin sekä lämpötilailmiöihin. [1] Tämän luvun tehtävien sisällöt on valittu niin, että ne vastaisivat edellä mainittua tavoitetta. Tehtävissä pohditaan fysiikan ilmiöitä erityisesti oman elinympäristön, turvallisuuden ja terveyden näkökulmista. Tehtävissä on aiheita sähkömagneettisesta- ja hiukkassäteilystä. Myös lämpöön liittyviä ilmiöitä on tehtävissä ainakin teoreettisella tasolla.

Tehtävä 3.2.1 vastaa perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteeseen S2 siten, että se liittyy paineen ja lämpötilan käsitteet ihmisen elinympäristöön. Tehtävä on myös

arkipäiväinen ja T10 tavoitteen mukainen. Tavoitteessa halutaan ohjata oppilasta käyttämään fysiikan käsitteitä selkeästi ja rakentamaan omia käsityksiä ilmiöstä luonnontieteellisten teorioiden mukaisiksi. [1]

Tehtävä 3.2.1

Linda haki leffaeväitä keittiöstä. Hän otti kaapista pussin sipsejä ja jääkaapista pullon limonadia. Sitten hän tajusi unohtaneensa dippikastikkeen, joka oli jääkaapissa. Linda palasi jääkaapille, mutta hän ei meinannut saada jääkaapin ovea auki, kun hän oli juuri sen sulkenut. Miksi avaaminen on helpompaa vasta hetken kuluttua?



Ratkaisu:

Kun Linda avaa jääkaapin, sinne pääsee virtaamaan lämpimämpää huoneilmaa, koska lämpötilaerot pyrkivät tasoittumaan. Kun jääkaappi suljetaan, sinne jää tätä lämpimämpää ilmaa, joka alkaa jäähtyä, ja se synnyttää jääkaapin sisälle alipaineen. Alipaineen vuoksi ovea on vaikeaa aukaista, mutta ajan kuluessa, kun ilmaa virtaa jääkaapin tiivisteistä, avaaminen helpottuu. Paine-ero tasaantuu ajan kuluessa, jonka seurauksena Lindan on helpompaa avata jääkaappi odoteltuaan hetken. Prosessia voisi nopeuttaa laittamalla veitsen kärki jääkaapin oven tiivisteiden väliin, jotta paine-ero tasaantuu nopeammin.

Tehtävä 3.2.2 on opetussuunnitelman tavoitteen S2 mukainen, koska se sitoo paineen käsitteen omaan elinympäristöön. Lisäksi tehtävään on pyritty valitsemaan aihe, joka vastaisi tavoitteeseen T1 eli kannustaisi ja innostaisi oppilasta fysiikan opiskeluun. [1]

Lisäksi tutkittuani opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, havaitsin ettei vastaavaa tehtävää ole oppikirjoissa.

Tehtävä 3.2.2

Reino on menossa tagaamaan oman nimensä alikululle. Hän ravistaa spraypurkkia ennen maalaamista, ja purkin sisältä kuuluu kolinaa. Miksi sieltä kuuluu kolinaa, ja miksi purkkia ravistetaan ennen maalaamista?



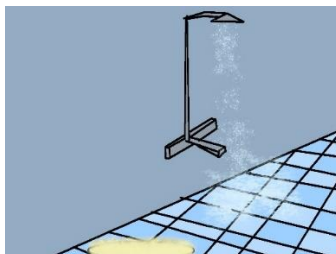
Ratkaisu:

Kolina kuuluu kuulalaakerista. Ravistamalla sekoitetaan nestemäinen maali purkin sisällä olevaan kaasuun, jolloin syntyy sekoite, emulsio. Eli maali halutaan purkin pohjalta sekaisin kaasun kanssa, jonka avulla maali saadaan suihkutettua. Kaasua purkissa kutsutaan ponnekaasuksi, joka saa nimensä siitä, että kaasu tulee ylipaineella purkista avattaessa sen. Eli huomataan, että paine-ero ulkoilman ja purkin välillä pyrkii tasoittumaan.

Tehtävä 3.2.3 on tavoitteen S2 mukainen, sillä tehtävän aiheena on lämpöön liittyvä ilmiö, eli johtuminen teoreettisella tasolla. Lisäksi tehtävä vastaa opetussuunnitelman tavoitteeseen T10, jonka mukaan oppilasta halutaan ohjata käyttämään fysiikan käsitteitä selkeästi ja rakentamaan omia käsityksiä ilmiöistä luonnontieteellisten teorioiden mukaisiksi. [1] Tehtävä on tarpeellinen, koska se ohjaa oppilasta havaitsemaan kuinka konkreettisesti erilaisten aineiden lämmönjohtamiskyvyt voidaan havaita arkielämässä. Tehtävässä myös sivutaan lämmön johtumisen periaatteita.

Tehtävä 3.2.3

Suihkun jälkeen kylpyhuoneen lattia tuntuu aina kamalan kylmältä, kun taas matto tuntuu mukavan lämpöiselle. Mistä tämä johtuu?



Ratkaisu:

Kylpyhuoneen lattia on usein tehty kaakeleista tai vastaavista materiaaleista, jotka johtavat lämpöä paremmin eli lämpö siirtyy kehostasi nopeammin kaakelien päällä seisoessa kuin matolla seisoessa. Kyse on siis lämmön johtumisesta materiaaleihin. Tilanteessa itse materiaalit ja kylpyhuone muutenkin ovat samassa lämpötilassa, mutta kappaleiden lämmönjohtamiskyvyt ovat erilaisia, joten seisoessasi matolla sinusta tuntuu lämpimämmältä, koska matto ei johda lämpöäsi niin hyvin.

Tehtävä 3.2.4 on opetussuunnitelman tavoitteen S2 mukainen, sillä tehtävän aihealueena on lämpö. Lisäksi tehtävä vastaa opetussuunnitelman tavoitteeseen T3, jossa oppilasta ohjataan ”ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa” [1] Oppilaiden on todennäköisesti helpompi lähestyä tehtävää, kun ominaislämpökapasiteetti on käsitelty.

Tehtävä 3.2.4

Oli talven ensimmäinen pakkaspäivä. Kuljetusliikkeen auto ajeli aamulla hieman lauhaa ja sulaa tietä. Kun auto saapui sillalle, auton kuljettaja oli vähällä törmätä kaiteeseen. Miksi silta oli jäinen, vaikka tie oli sula?



Ratkaisu:

Sillalla on pienempi ominaislämpökapasiteetti kuin tiellä. Silta on siis jäänyt pakkasella nopeammin ja siitä syystä sen pinta on jäinen. Toisaalta pakkas ei ehtinyt vielä jäädyttää maantietä, koska sen lämpökapasiteetti on siltaa suurempi. Silta sen sijaan oli ehtinyt kylmetä alle 0 asteeseen, pakkasasteille. Kylmä silta kerää ilman kosteutta pintaansa, jolloin pinta jäätyy. Eli auto meinasi törmätä kaiteeseen, koska silta oli jäinen toisin kuin maantie.

Tehtävällä 3.2.5 vastataan opetussuunnitelman tavoitteeseen T3, eli oppilasta ohjataan ”ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa” [1]. Tehtävä on tarpeellinen lisäys, sillä vastaavaa tehtävää ei ole opetussuunnitelmien mukaisissa oppikirjoissa. Ratkaisemista helpottaa veden ominaisuuksien tunteminen. Tehtävän ratkaisemisessa voidaan käyttää esimerkiksi FYKE- oppikirjasta löytyvää kuvaa olomuodosta ja sen muutoksista, jossa on selitetty missä olomuodon muutoksissa vapautuu ja varastoituu energiaa. [2]

Tehtävä 3.2.5

Mansikkabisnestä pyörittävä Ella katsoi lämpömittaria ja totesi: ”alavilla mailla hallanvaara.” Hän meni heti mansikkapellolle ja sumutti vettä mansikoiden päälle estääkseen niiden paleltumisen. Miten vedellä voidaan estää mansikoiden paleltuminen?



Ratkaisu:

Mansikoita sumutetaan vedellä, jotta mansikat eivät paleltuisi. Vesi sumutetaan mansikoiden pintaan ja hallan aikana sumutettu vesi jäätyy. Alavilla mailla eli esimerkiksi laaksoissa kylmä ilma asettuu laakson pohjalle, koska kylmä ilma on raskaampaa. Kylmää ilmaa on erityisesti kasvillisuuskerroksissa, jolloin mansikkasato on vaarassa tuhoutua. Mansikoiden pelastaminen onnistuu, kun hyödynnetään veden ominaisuuksia. Vesi jäätyessään vapauttaa energiaa veden sulamislämmön mukaisesti eli 333 kJ/kg, mikä tarkoittaa, että vesi vapauttaa jäätyessään näin paljon energiaa ja luovuttaa näin ollen lämpöenergiaa mansikoille. Vesi sulaessaan varastoi energiaa, saman sulamislämmön mukaisesti. On huomioitava, että kastelua tulee jatkaa, jotta veden jäätyminen ja sulaminen on jatkuvaa. Mansikat eivät näin palellu. Jos kastelu keskeytyy, sumutettu vesikerros ehtii jäätyä ja sulaa, jolloin mansikat jäävät kylmään.

Tehtävä 3.2.6 on opetussuunnitelman tavoitteen T10 mukainen. Tehtävässä oppilasta ohjataan ”käyttämään fysiikan käsitteitä täsmällisesti sekä jäsentämään omia käsiterakenteitaan kohti luonnontieteellisten teorioiden mukaisia käsityksiä.” [1] Tehtävä on hyödyllinen, sillä siinä on useita erilaisia lämpöön liittyviä aiheita, jotka ovat liitetty arkipäivään. Tehtävä voi toimia esittelynä lämpöön liittyvään oppituntiin, sillä tarinassa on useita oppikirjoissa käsiteltäviä ilmiöitä, kuten lämmön siirtymistapoja.

Tehtävä 3.2.6

Kerää tarinasta lämpöön liittyviä aiheita

FYSIIKAN OPETUSHARJOITTELIJAN TARINA

Fysiikan opetusharjoittelija heräsi onnellisena ja toiveikkaana kesälomapäivään. Hän nousi sängystä, keitti kahvia ja paistoi pannulla pekonia sekä kananmunia. Pekonit hieman paloivat, mutta aamiainen maistui silti ihan menevältä. Harjoittelija avasi ikkunan kuumassa ja hiostavassa huoneessa. Ulkona oli lämmin päivä ja herkullisen sekä täyttävän aamupalan syötyään harjoittelija lähti lenkille. Lenkillä ollessaan pyöräilijä melkein törmäsi harjoitteliinsa, mutta pyöräilijä jarrutti onneksi ajoissa.

Selvittyään lenkiltä kotiin, harjoittelija ajatteli mennä rannalle kavereidensa kanssa. Ensin hän pakkasi jääkaapista pari leipää ja limpparipullon. Ennen lähtöä harjoittelija nappasi vielä pyykkinarulta pyyhkeen ja uimahousut. Viimein hän lähti ulos bensalla kulkevalle autolleen ja ajoi meren rannalle. Siellä puhalsi lämmin tuuli ja vesikin oli mukavan lämmintä. Hän pelasi lentopalloa rannalla kavereidensa kanssa. Aurinko paistoi ja hajamielisen harjoittelijan iho paloi, koska hän unohti aurinkorasvan. Lohdutukseksi hän joi limpparia ja hänen kätensä kostuivat, koska pullo oli märkä. Hän ihmetteli tätä ja mietti kavereidensa kanssa mistä se johtui. He söivät eväänsä ja lähtivät illan tullen kotia kohti. Kotiin päästyään, hän laittoi television päälle ja katseli dokumenttia termodynamiikasta. Hän ajatteli, että eihän tuossa ole mitään järkeä ja meni nukkumaan.

Ratkaisu:

Kahvinkeitin. Kahvinkeittimessä vettä lämmitetään ja osa vedestä kiehuu. Kun vesi kiehuu, paine nousee, jonka takia vesi nousee putkea pitkin suodattimelle.

Pannulla paistaminen. Tilanteessa pannu johtaa lämpöä pekoniin ja kananmuniin.

Ikkunan avaaminen. Huone on oletettavasti lämpimämpi kuin ulkoilma. Ikkunan ollessa auki lämpötilaerot pyrkivät tasoittumaan. Lämmin ilma siirtyy viileämpään ilmaan ja sisälämpötila sen seurauksena alenee.

Pyörän jarrutus. Jarrutuksessa pyörän ja tien välillä on kitkaa, jossa osa energiasta muuntuu lämmöksi. Lisäksi jarrutuksessa pyörän jarrulevyissä vaikuttaa kitka. Kitkaa tarvitaan myös ajaessa pyörällä tien ja renkaan välissä.

Pyykkinarulla kuivaaminen. Pyykki kuivuu, kun vesi haihtuu vaatteista. Haihtumista tapahtuu joka tapauksessa, mutta luonnollisesti auringon paistaessa tämä on nopeampaa.

Auton toiminnot. Liikkeelle- lähdössä kitkaa ja muuten auton toiminnassa on läsnä lämpöoppia. Esimerkiksi bensakäyttöisessä autossa on polttomoottori, joka lämpövoimakoneena muuntaa lämpöenergiaa mekaaniseksi energiaksi.

Tuulet. Aurinko lämmittää maata, mutta lämmitys ei ole tasaista kaikkialle. Lämpötilaerot luovat paine-eroja ja paine-erojen tasoittuessa syntyy tuulia.

Veden ominaislämpökapasiteetti. Vesi on varastoinut lämpöä ja sen vuoksi vesi on mukavan lämmintä.

Auringon ultraviolettisäteily. Iho ruskettuu ja voi palaa auringossa ultraviolettisäteilyn takia. Rusketus ja palaminen ovat ihmisen keino suojata muuta sisäelimestä.

Tiivistyminen. Limsapullo on vielä viileä jääkaapin jäljiltä ja siihen sitoutuu lämpimästä ilmasta kosteutta eli tapahtuu tiivistymistä. Sen takia pullon pinta on kostea.

Televisio. Television ollessa päällä se saattaa lämmitä ja myös lämmittää huoneilmaa.

Termodynamiikka on lämpöoppia.

Tehtävässä 3.2.7 pyritään vastaamaan opetussuunnitelman tavoitteeseen T4. Sen mukaisesti tehtävässä ohjataan oppilasta ”käyttämään fysiikan osaamistaan kestäväns tulevaisuuden rakentamisessa sekä arvioimaan omia valintojaan energiavarojen kestäväns käytön kannalta.” [1]

Tehtävä 3.2.7

Rane suunnittelee vähän sähköä kuluttavaa mökkiä, ja hän on saanut selville oheisen taulukon mukaiset arvot. Ranella on tiedossa, että mökin ilmanvaihto vie sähköä 200W, kun on pakkasta -20°C . Rane haluaisi, että tällaisella pakkasella sisälämpötila olisi 20°C . Maaperän lämpötila on 7°C . Talosta on tehty jo valmiit piirustukset, joiden mukaan lattia-alaa on 56 m^2 , joka on sama kuin katon pinta-ala. Kaikkien seinien yhteenlaskettu pinta-ala on 75.8 m^2 . Mökissä on yksi ovi, ja sen pinta-ala on 2 m^2 . Ikkunoita on 4 kappaletta. Kuinka tehokkaan sähköpatterin Rane tarvitsee, jotta mökissä olisi lämmin ja mukava olla? Voit käyttää selvittämisessä oheista taulukkoa, johon voi täyttää tehtävänannosta loput tiedot. Lisäksi apuna voi käyttää kaavaa:

$$\text{lämmönläpäisykerroin} = \frac{\text{teho}}{\text{lämpötilanmuutos} \cdot \text{pinta-ala}} [12]$$

Ulko-ovi	pinta-ala: 2 m ²	Lämmönläpäisykerroin: 1.2 W/(K·m ²)
Ikkuna	pinta-ala: 1.5 m ²	Lämmönläpäisykerroin: 0.9 W/(K·m ²)
Seinät	pinta-ala: ____	Lämmönläpäisykerroin: 0.20 W/(K·m ²)
Katto	pinta-ala: ____	Lämmönläpäisykerroin: 0.07 W/(K·m ²)
Maanvarainen lattia	pinta-ala: ____	Lämmönläpäisykerroin: 0.12 W/(K·m ²)

Taulukko 1: Mökin rakenteiden pinta-alat ja lämmönläpäisykertoimet. Täydennä puuttuvat pinta-alat.

Ratkaisu:

Lasketaan talon eri osiin kuluvat sähkötehot. Näiden yhteenlaskettu summa on vaaditun sähköpatterin vähimmäisteho.

Katto:

$$\begin{aligned} \text{lämmönläpäisykerroin} &= \frac{\text{teho}}{\text{lämpötilanmuutos} \cdot \text{pinta-ala}} \\ \text{teho} &= \text{lämmönläpäisykerroin} \cdot \text{lämpötilanmuutos} \cdot \text{pinta-ala} \\ \text{teho} &= 0.07 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot (20 \text{ } ^\circ C - (-20 \text{ } ^\circ C)) \cdot 56 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 0.07 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot 40 \text{ } K \cdot 56 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 156.8 \text{ } W \end{aligned}$$

Muut lasketaan samaan tapaan.

Lattia:

$$\begin{aligned} \text{teho} &= 0.12 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot (20 \text{ } ^\circ C - (7 \text{ } ^\circ C)) \cdot 56 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 0.12 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot 13 \text{ } K \cdot 56 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 87.4 \text{ } W \end{aligned}$$

Seinät, joiden pinta-alasta tulisi muistaa erottaa ikkunoiden ja oven pinta-ala:

$$\begin{aligned} \text{teho} &= 0.2 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot (20 \text{ } ^\circ C - (-20 \text{ } ^\circ C)) \cdot (75.8 \text{ } m^2 - 2 \text{ } m^2 - 4 \cdot 1.5 \text{ } m^2) \\ \text{teho} &= 0.2 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot 40 \text{ } K \cdot 67.8 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 542.4 \text{ } W \end{aligned}$$

Ovi:

$$\begin{aligned} \text{teho} &= 1.2 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot (20 \text{ } ^\circ C - (-20 \text{ } ^\circ C)) \cdot 2 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 1.2 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot 40 \text{ } K \cdot 2 \text{ } m^2 \\ \text{teho} &= 96 \text{ } W \end{aligned}$$

Ikkunat:

$$teho = 0.9 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot (20 \text{ } ^\circ\text{C} - (-20 \text{ } ^\circ\text{C})) \cdot 4 \cdot 1.5 \text{ m}^2$$

$$teho = 0.9 \frac{W}{K \cdot m^2} \cdot 40 \text{ K} \cdot 6 \text{ m}^2$$

$$teho = 216 \text{ W}$$

Ilmanvaihtoon vaadittava sähköteho oli tehtävänannossa 200 W

Yhteensä kulutettava sähköteho on siis $156,8 \text{ W} + 87,4 \text{ W} + 542,4 \text{ W} + 96 \text{ W} + 216 \text{ W} + 200 \text{ W} = 1298,6$ eli noin 1,3 kW. Rane tarvitsee vähintään noin 1,3 kW:n sähköpatterin.

3.3 Teknologia ja sovellutukset

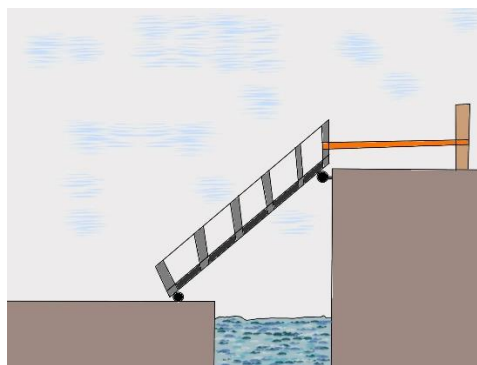
Tässä luvussa pääpaino on tehtävissä, jotka ovat perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteen S3 mukaisia. Tavoitteen mukaan: ”Fysiikan ilmiöihin ja teknologisiin sovelluksiin liittyviä sisältöjä valitaan erityisesti yhteiskunnan toiminnan ja kehittymisen näkökulmista. Pääpaino on energiantuotannossa ja kestävässä energiavarojen käytössä. Tutustutaan erilaisiin koulutuspolkuihin ja ammatteihin, joissa tarvitaan fysiikan osaamista.” Tehtävissä on yhteiskunnan toiminnan ja kehittymisen kannalta tarpeellisia fysiikan ilmiöitä sekä sovellutuksia. Lisäksi tehtävissä on viittauksia ammatteihin, joissa tarvitaan fysiikan tietämystä. Kappaleessa on myös energiaan ja sen tuotantoon liittyviä tehtäviä. [1]

Tehtävä 3.3.1 on opetussuunnitelman tavoitteen S3 mukainen, sillä se esittelee viittauksen ammattiin ja alaan, jossa tarvitaan fysiikan osaamista. Lisäksi tavoitteen T3 mukaisesti siinä halutaan ohjata oppilasta sisäistämään fysiikan osaamisen tarpeellisuutta omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa. [1] Tehtävä on tarpeellinen, sillä se esittelee lujuusoppia, joka on olennainen osa rakennustekniikkaa. Oppilas näkee tehtävästä suoraan yhteyden ammatin ja fysiikan osaamisen välillä. Tehtävän voisi suunnata hyvin edistyneelle yläkoulun oppilaalle lukion sisältöjä avaavaksi ja tukevaksi tehtäväksi. Tehtävän avuksi voisi myös antaa vinkkejä

kohdista, joihin voisi merkitä voimanuolia, joiden avulla voi selittää tilanteessa olevia voimia.

Tehtävä 3.3.1

Siltasuunnittelija Eetu on suunnittelemassa kahden eri tasoisen laiturin yhdistävää kävelysiltaa. Kuvan mukainen kävelysilta on levossa kahden pyörän varassa. Lisäksi silta on kiinnitetty köydellä korkeammalla tasolla olevaan palkkiin. Mitä voimia Eetun on otettava siltaa suunniteltaessa huomioon?



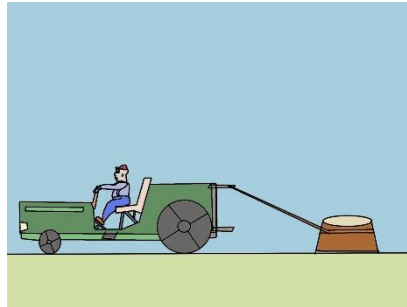
Ratkaisu:

Tilanteessa siltaan vaikuttaa painovoima (G), köyden jännitysvoima (T) ja siltaa tukevien pyörien aiheuttamat tukivoimat (N). Lisäksi pyörien ja sillan välillä on kitkavoimia. Eli nämä voimat on otettava suunnitteluvaiheessa huomioon. Rakenteellisilla ratkaisuilla saadaan renkaiden ja sillan välinen kitka hyvin pieneksi.

Tehtävässä 3.3.2 vastataan opetussuunnitelman tavoitteeseen T12. Oppilasta ohjataan ”perustelemaan erilaisia näkemyksiä fysiikalle ominaisella tavalla.” [1] Tehtävä on myös otettu aidosta tilanteesta ja se näyttää osaltaan kuinka tärkeää fysiikan osaaminen voi olla. Tehtävän ratkaisemisen kannalta olisi hyvä kertoa momentista. Tehtävän ratkaisussa puhutaan momentista, josta on kerrottu esimerkiksi Titaani-oppikirjassa: ”Momentti on vipuihin liittyvä suure, joka kuvaa voiman ja varren tuloa. Se kuvaa vipuun kohdistuvaa vääntövaikutusta.” [7] Tehtävän ratkaisemisen jälkeen voitaisiin myös pohtia mahdollisia muita turvatekijöitä, joilla voitaisiin ehkäistä tehtävän kaltaisia tapaturmia.

Tehtävä 3.3.2

Perustuu tositapahtumiin



Billy oli veljensä kanssa metsätoissa. Billy koitti traktorin avulla kiskoa kantoa irti maasta. Kanto oli köytetty traktorin ylem্পään työntötankoon. Oli vähällä, ettei Billy menettänyt henkeään, kun traktori tällä järjestelyllä kaatui ylösalaisin. Mikä meni vikaan?

Ratkaisu:

Köysi olisi pitänyt sitoa alempaan kiinnikkeeseen. Traktorin taka-akselin momentti aiheuttaa kaatumisen ylösalaisin. Traktori vetäessään kantoa kohdistaa voiman köyteen ja köysi jännitysvoiman traktoriin voiman ja vastavoiman lain mukaisesti. Tällöin taka-akselin pyöriminen ei pysty vastustamaan sille vastakkaista momenttia, jonka seurauksena traktori alkaa kääntyä katolleen taka-akselinsa ympäri. Tilanteessa, jossa köysi sidotaan alempaan tankoon taka-akseli ja renkaat pyörisivät normaalisti ja traktori kykenisi vetämään kannon pois. [16]

Tehtävällä 3.3.3 halutaan tukea opetussuunnitelman tavoitetta T5. Sen mukaan ”oppilasta kannustetaan muodostamaan kysymyksiä tarkasteltavista ilmiöistä sekä kehittämään kysymyksiä edelleen tutkimusten ja muun toiminnan lähtökohdiksi”. [1] Tehtävä on tarpeellinen, koska se näyttää miten ja miksi kaltevalla tasolla kappale voi lähteä liikkeelle. Tehtävässä tulee myös ilmi, mistä tekijöistä liikkeelle-lähtö on riippuvainen. Tapausta voitaisiin myös tutkia kokeellisesti kaltevan tason avulla. Eli oppilaiden olisi mahdollista tehdä tehtävästä myös itse kokeellinen työ ja havainnoida itse, miten esimerkiksi kaltevuuskulman vaihtelu vaikuttaa kitkavoiman suuruuteen.

Tehtävän tavoitteena on herättää ajatuksia, miten esimerkin mukaisessa tilanteessa fysiikka on läsnä sekä saada oppilas miettimään fysiikassa olevia kausaliteetteja. Tavoitteeseen S1 vastaan, kun tehtävän ratkaisuisa annetaan esimerkki, miten tarkastella tilannetta helposti toteutettavalla järjestelyllä. Lisäksi tehtävässä on tarkoituksena saada oppilas havainnoimaan tilannetta, joka on kokeellisessa työskentelyssä olennaista. Erilaisia mahdollisia havaintoja pyritään tuomaan esiin myös ratkaisuisa. Havainnoista tehdään tehtävän ratkaisuisa myös päätelmiä.

Tehtävä 3.3.3

Remontti-Make tekee kattoremonttia. Hän on jättänyt ajatuksissaan vasaransa katolle niin, että se lähtee valumaan pitkin kattoa.

- a) Mitkä voimat vaikuttavat vasaraan sen valuessa katolla?
- b) Miksi vasara alkaa valua katolla?



Ratkaisu:

- a) Vasaraan vaikuttavat voimat tilanteessa ovat painovoima, kattopinnan ja vasaran välinen kitkavoima, ilmanvastus ja kattopinnan vasaraan kohdistama tukivoima.
- b) Vasara alkaa valua katolla painovoiman vuoksi. Painovoiman katon suuntainen komponentti kumoaa lepokitkasta aiheutuvan paikallaan pitävän voiman. Katon kaltevuuskulmasta riippuen painovoima voi kumota lepokitkasta

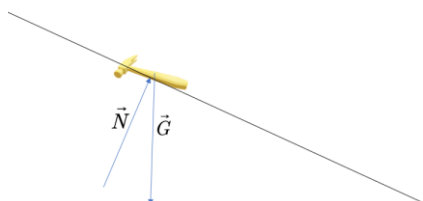
aiheutuvan vasaraa paikallaan pitävän tukivoiman, jonka takia vasara lähtee liukumaan. Lepokitkakerroin kuvaa kappaleen ollessa levossa kappaleeseen vaikuttavan kitkavoiman ja pinnan tukivoiman välistä suhdetta. Eli

$$\text{lepokitkakerroin} = \frac{\text{Kitkavoima}}{\text{Tukivoima}} \quad [10], \text{ joka voidaan kirjoittaa fysikaalisten}$$

tunnusten avulla muodossa $\mu_0 = \frac{F_\mu}{N}$. Se, miksi vasaran ja katon välinen

lepokitka (F_μ) ylittyy, voidaan perustella geometrisen tarkastelun avulla.

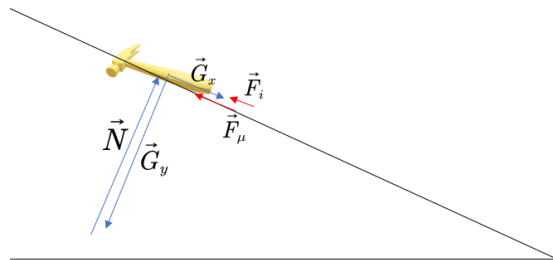
Lähtötilanteessa vasaraan vaikuttaa pinnan tukivoima ja painovoima. Pinnan tukivoimaa voidaan kuvata tunnuksella N ja painovoimaa tunnuksella G . Kun tilanteesta piirretään kuva, siihen voidaan merkitä vasara kaltevalla tasolla ja siihen vaikuttavat voimat. Voimia voidaan kuvata vektoreilla. Kuvaa piirrettäessä täytyy ottaa huomioon, että liikkeelle lähdössä painovoiman täytyy olla suurempi kuin pinnan tukivoiman, koska muuten kappale olisi paikallaan eli kappaleeseen vaikuttavat voimat ovat nolla. Kuvassa 1 on havainnollistettu lähtötilannetta.



Kuva 1: Vasaraan vaikuttavat voimat ennen liikkeelle lähtöä. Voimat merkitty vektoreiden avulla kuvaan.

Gravitaation (tunnus G) voidaan jakaa pystysuuntaiseen (tunnus G_y) ja poikittaiseen komponenttiin (tunnus G_x). Eli gravitaatio saa aikaan vasaran liikkeellelähdön, kun vasaraan vaikuttavat kitkavoimat ovat pienemmät kuin painovoiman katon suuntainen osa. Kappaleiden välillä on siis edelleen kitkaa, mutta se on liikekitkaa, johon vaikuttaa katonpinnan sekä vasaran välinen liikekitkakerroin. Lisäksi, koska valuminen tapahtuu ilmassa, tilanteessa esiintyy myös ilmanvastusta. Voidaan

myös analysoida tilannetta ja sanoa vasaran olevan kiihtyvässä liikkeessä alaspäin kohti räystästä, koska kitkavoimat ovat etenemistä edistäviä voimia pienemmät.

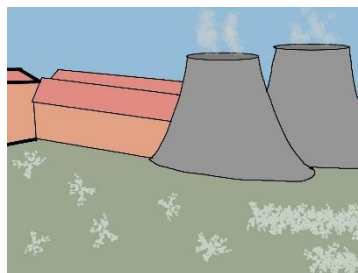


Kuva 2: Vasaran valuessa siihen vaikuttaa katon pinnan tukivoima (N), painovoima kahden komponentin G_x ja G_y avulla ilmaistuna, katonpinnan ja vasaran välinen kitkavoima (F_μ) sekä ilmanvastus (F_i). Huomaa, että $N=G_y=mg$, eli tukivoima vastaa painovoiman y-komponenttia.

Huomataan myös, että katon kaltevuuskulma on merkittävä tekijä voimien kannalta. Tämän voitaisiin testata esimerkiksi laittamalla pyyhekumi kirjan päälle ja kallistaa kirjaa. Jossain vaiheessa kumi valuu ja putoaa kirjan päältä. Loogisesti voidaan ajatella, että tasaisella pinnalla liikkeelle vaaditaan paljon enemmän voimaa kuin kaltevalla tasolla. Tässä tapauksessa siis painovoima on suurempi kuin kitkavoima eli se aiheuttaa valumisen sekä putoamisen. Toivottavasti Make saa vasaran kiinni, ettei tarvitse kavuta alas sitä varten.

Tehtävällä 3.3.4 vastataan tavoitteeseen T3, eli oppilasta ohjataan ”ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa.” [1] Tehtävässä on tavoitteena etsiä ydinvoimaan liittyvät käsitteet esimerkiksi kirjasta tyhjiin kohtiin. Sen jälkeen lukemalla tekstin täytettyine kohtineen havaitaan mihin käsitteet liittyvät.

Tehtävä 3.3.4



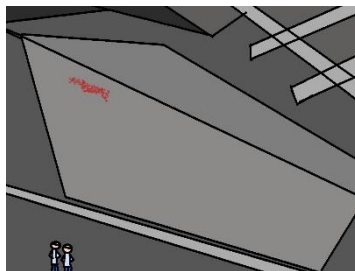
Etsi tietoa ja täydennä puuttuva sana.

Ydinvoimalassa käytetään hyödyksi fissioreaktiota, jossa uraani-235-_____ halkaistaan törmäyttämällä neutroni siihen. Tästä reaktiosta vapautuva energia saadaan hyödynnettyä ihmiselle hyödylliseksi sähköksi. Reaktiossa törmäytetty neutroni on atomin ytimen rakenneosan yhdessä protonien kanssa. Näistä voidaan käyttää yhteistä nimitystä _____. Ydinvoimaloissa käytetään hidastinainetta, jonka tarkoituksena on hidastaa fissioreaktion jälkituotteita, kuten neutroneita. Hidastinaineena voi toimia esimerkiksi tavallinen vesi, jonka molekyylikaava on _____.

Ratkaisu:

- A. ydin
- B. nukleoni
- C. H_2O

Tehtävässä 3.3.5 vastataan opetussuunnitelman tavoitteeseen T8. Tehtävässä oppilasta ohjataan ”ymmärtämään teknologisten sovellusten toimintaperiaatteita ja merkitystä.” [1] Tehtävässä kerrotaan fysiikan sovellutuksesta, jota käytetään muun muassa laivateollisuudessa. Tehtävän ratkaisemisessa auttaa, jos paineen ja kitkan käsitteet ovat tuttuja. Toinen kohta tehtävästä on ainoastaan päättelytehtävä.



Tehtävä 3.3.5

- a) Konepajassa valmistetaan laivamoottoria, joka on massaltaan noin 2300 tonnia. Sitä siirretään suurikokoisen levyn avulla. Etsi tietoa internetistä ja kerro, miten levyn avulla saadaan siirrettyä näin valtavaa moottoria.
- b) Oletetaan, että tehdas pystyisi tuottamaan myös pienempiä moottoreita 5 päivässä 5 moottoria 5 laitteella. Kuinka kauan tehtaalta kuluu valmistaa 100 moottoria 100 laitteella?

Ratkaisu:

- a) Moottori saadaan siirrettyä ilmatyynyjen avulla. Levyn alapuolella on ”donitsinmallisia” ilmatyynyjä. Paineistettua ilmaa johdetaan tyynyyn ja se tulee levyn kanssa ilmatiiviiksi. Sen jälkeen paineistettua ilmaa johdetaan ”donitsin” keskelle, jonka seurauksena ilmaa alkaa virrata myös ”donitsien” päälle. Levyn alle tulee näin ohut ilmakerros. Ilmakerroksen päällä voidaan pienellä voimalla siirtää hyvin raskaita kuormia, koska siirtäminen on tällöin käytännössä kitkatonta. [16]
- b) Päättelemällä edelleenkin 5 päivää. Koska 5 laitteella saa 5 moottoria, niin yksi laite tekee yhden moottorin. Jos laitteita on 100, niin niillä saa 100 moottoria. Päiviä kuluu edelleen yhtä paljon.

Tehtävällä 3.3.6 halutaan saavuttaa opetussuunnitelman tavoite T1, eli kannustetaan ja innostetaan oppilaita fysiikan opiskeluun. [1] Tehtävässä oppilas pääsee testaamaan matemaattista päättelykykyään.

Tehtävä 3.3.6

Etsivä Pallohukka meni tutkimaan rikospaikkaa. Hän saapui huoneeseen, josta oli varastettu arvokas taulu. Huoneesta löytyi kengänjälkiä, jotka olivat noin 27 senttimetriä pituudeltaan. Lisäksi huoneen katosta roikkuneessa lampussa oli kolhu. Huone oli noin 250 cm korkea ja lamppu oli 184 cm korkealla lattiasta. Vielä ennen lähtöään Pallohukka huomasi pienen veritahrn ovenkahvassa. Millaista henkilöä aletaan etsiä jatkotutkimuksissa? Voit hyödyntää tutkimuksessa eurooppalaisen kengänkoon laskemiseen käytettävää yhtälöä:

$$Kengän\ koko = \frac{3}{2} \cdot Kengän\ jäljen\ pituus + 2$$



Ratkaisu:

Kerätään mahdolliset tunnusmerkit jatkotutkimusta varten.

Voidaan laskea rikollisen kengänkoko:

$$Kengän\ koko = \frac{3}{2} \cdot Kengän\ jäljen\ pituus + 2$$

$$Kengän\ koko = \frac{3}{2} \cdot 27 + 2$$

$$Kengän\ koko = 42.5$$

Varas on varmaankin lyönyt pänsä lamppuun, joten hän on noin 184 cm pitkä.

Rikollisen jompikumpi käsi on myös vahingoittunut.

Tehtävä 3.3.7 vastaa opetussuunnitelman tavoitteeseen T4, jonka mukaan oppilasta ohjataan ”käyttämään fysiikan osaamistaan kestävän tulevaisuuden rakentamisessa sekä arvioimaan omia valintojaan energiavarojen kestävän käytön kannalta.” [1] Tehtävässä käsitellään arkipäivän näkökulmasta talon eristämistä ja ilman kosteutta. Tehtävän ratkaisemisessa auttaa, jos olomuodon muutokset ja lämmön siirtymistavat ovat opittu.

Tehtävä 3.3.7

Reiska rakensi taloa myyntiin. Rakentaessaan Reiska jätti höyrynsulkumuovin pois ja säästi selvää rahaa. Mukava perhe osti talon, mutta talo homehtui hyvin pian. Poliisi etsi Reiskaa... Miksi näin kävi? (Vinkki: höyrynsulkumuovi asetetaan talon sisäpuolelle eristeen eteen seinärakenteessa.)



Ratkaisu:

Vaikka ilman kosteus ei näy, se liikkuu lämpimästä kylmään. Ulkona ollessa kylmää sisällä oleva ilmankosteus pyrkii talon rakenteiden läpi kylmään ulkoilmaan. Ilman höyrynsulkumuovia ilman kosteus pääsee eristeisiin. Seinärakenteiden sisällä on jo riittävät olosuhteet kosteuden tiivistymiseen, koska lähestytään ulkoseinää. Vesihöyry muuttuu viiletessään nesteeksi ja kastelee eristeen, joka ajan kuluessa homehtuu. Reiskan olisi ollut hyvä muistaa rakentaessa riittävä ilman kuivaus sekä höyrynsulkumuovi.

Tehtävän 3.3.8 tarkoituksena on vastata opetussuunnitelman tavoitteeseen T3, jossa oppilasta halutaan ohjata ”ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa.” [1] Tehtävä on tarpeellinen, sillä se

näyttää, että esimerkiksi autoteollisuudessa tarvitaan fysiikkaa. Lisäksi tehtävässä kerrotaan, mistä aiheutuu turbulenssi. Ennen tehtävän tekemistä olisi hyvä tarkastella ilmanvastusta.

Tehtävä 3.3.8

Urheiluautoa suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon auton virtaviivaisuus. Minkä vuoksi?



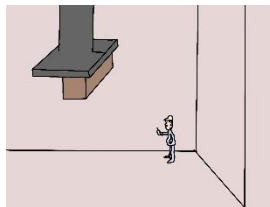
Ratkaisu:

Auton muotoilussa on otettava huomioon ilman paine-erojen syntyminen auton eri pinnoille ajettaessa autoa. Kun paine-eroja on paljon, niin auton pinnoille muodostuu pyörteisiä virtauksia eli turbulenssia, joka hidastaa autoa. Tämän takia auto esimerkiksi kuluttaa enemmän polttoainetta. Siksi virtaviivaisuus on tärkeää varsinkin urheiluautoja suunniteltaessa.

Tehtävällä 3.3.9 pyritään vastaamaan opetussuunnitelman tavoitteeseen T12: oppilasta ohjataan ”käyttämään ja arvioimaan kriittisesti eri tietolähteitä sekä ilmaisemaan ja perustelemaan erilaisia näkemyksiä fysiikalle ominaisella tavalla.” [1] Tehtävän ratkaisemisessa helpottaa, jos on käyty painetta hyödyntäviä välineitä, esimerkiksi imukuppia.

Tehtävä 3.3.9

Jaska on asentamassa **alipainetarrainta**, jotta hän saisi nostettua varastollaan helpommin raskaita laatikoita. Pohdi esimerkiksi omien kokemusten kautta, mihin laitteen toiminta perustuu.



Ratkaisu:

Alipainetarraimessa hyödynnetään paine-eroa imukupin kaltaisesti. Tarraim takertuu kiinni tasaiseen pintaan. Kiinnittyessä, tarraimen sisäpuolella, on alipainetta, jonka takia korkeampi ulkopuolinen paine puristaa tarraimen kiinni nostettavan kohteen pintaan. Ote pysyy tiukkana, ja tarraimen avulla voidaan siirtää laatikkoa, joka olisi mahdotonta kantaa käsin.

Tehtävä 3.3.10 on opetussuunnitelman tavoitteen T8 mukainen. Tehtävässä ohjataan oppilasta ”ymmärtämään teknologisten sovellusten toimintaperiaatteita ja merkitystä sekä innostaa osallistumaan yksinkertaisten teknologisten ratkaisujen ideointiin, suunnitteluun, kehittämiseen ja soveltamiseen yhteistyössä muiden kanssa.” [1] Tehtävä on hyödyllinen, sillä siinä annetaan konkreettisia esimerkkejä fysiikan sovellutuksista. Tehtävän ratkaisemisen kannalta olisi hyvä, jos värähdys- ja aaltoliikkeen aiheet sekä sähköaiheet olisivat tuttuja.

Tehtävä 3.3.10

Rock-bändi Physicians on kolmihenkinen bändi, jossa on laulaja, **kitaristi** ja **rumpali**. Laulajalla on tietysti dynaaminen **mikki** ja siinä on **vahvistin**. Lisäksi heillä on valtava **kaiutin**, josta tulee jyrkeä soundi. Selvitä ja tutki, mitä fysiikkaa mainitut soittimet ja laitteet pitävät sisällään.



Ratkaisu:

Mikrofoni: Mikrofoni muuntaa ilman värähtelyjä ja aaltoliikettä sitä vastaavaksi sähköiseksi värähtelyksi ja aaltoliikkeeksi. Dynaamisessa mikrofonissa ääniaallot liikuttavat mikrofoniin sisällä olevaa kalvoa, johon on kytketty kela. Kalvonliike saa kelan liikkeelle ja yhdessä mikissä olevan magneetin kanssa ne aiheuttavat jännitteen. Eli havaitaan, että liikkuva johdin aiheuttaa magneetin läheisyydessä sähkökentän ja jännitteen. Jännite luo sähkövirran, joka johtoa pitkin lähtee mikrofonilta eteenpäin.

Vahvistin: Sähköinen vahvistin muuttaa sille annetun signaalin voimakkuutta. Vahvistimen avulla saadaan riittävän suuri signaali, jotta voidaan käyttää kaiutinta.

Kaiutin: Kaiuttimeen sähkömagneettiin johdetaan sähkövirtaa eri taajuuksilla luoden signaaleja. Sähkömagneetti liikuttaa kaiuttimen kalvoa ja tämä kalvon värähtely saa aikaan ääniaaltoja.

Kitara: Kitaran kieliä on yleensä kuusi ja niiden värähtelytaajuuudet ovat erit, jonka takia ne kuuluvat korvassamme erilaisilta. Kitaran kielet tuottavat ääntä värähdellessään ja värähtelyn voimakkuuteen vaikuttaa kitaran kansi sekä kaikukoppa.

Rummut: Eri muotoiset ja kokoiset rumpujen kalvot värähtelevät eri tavoin ja synnyttävät erityyppisiä ääniaaltoja.

Tehtävässä 3.3.11 vastataan opetussuunnitelman tavoitteeseen T8, eli oppilasta ohjataan ”ymmärtämään teknologisten sovellusten toimintaperiaatteita ja merkitystä.”
[1] Ennen tehtävän tekemistä olisi hyvä tutustua aaltoliikkeeseen.

Tehtävä 3.3.11

Jarmo on kauniina kesäpäivänä kalastamassa ja yrittää saada jätthauen. Hän helpottaa urakkaansa kaikuluotaimella. Mihin sen toiminta perustuu?



Ratkaisu:

Kaikuluotaimen toiminta perustuu ääniaaltoihin. Luotaimella lähetetään ääniaaltoja, jotka heijastuvat eri tavoin kohtaamastaan ympäristöstä ja nämä heijastuneet aallot havaitaan. Jarmo voi kaikuluotaimen avulla paikantaa kalaparvia ja suuria kaloja sekä nähdä, kuinka syvällä ne uivat. Näin voi helpottaa kalasaaliin kerryttämistä.

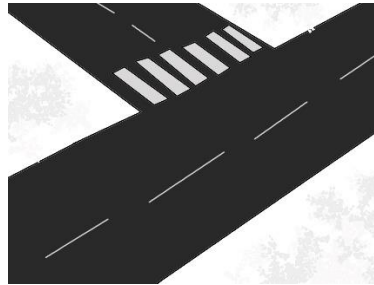
3.4 Maailmankuva

Tämä luku sisältää perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteen S4 mukaisia tehtäviä. Tavoitteen mukaisesti tehtävät sisältävät aiheita, joihin sisältyy fysiikan luonteen, energian säilymisen periaatteen sekä maailmankaikkeuden rakenteiden ja mittasuhteiden tarkastelu. Tehtävissä myös on ajankohtaisia aiheita sekä nykypäiväisiä haasteita. [1]

Tehtävät 3.4.1 vastaa opetussuunnitelman tavoitteeseen S4, sillä tehtävä käsittelee ajankohtaista aihetta. Tehtävän 5.1 aiheena on musta jää, joka on ainakin Suomessa joka talvi varsin ajankohtainen aihe. Lisäksi tehtävällä pyritään saavuttamaan opetussuunnitelman tavoite T3 eli tehtävissä pyritään ohjaamaan ”oppilasta ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa”. [1] Kun tutkitaan opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, voidaan havaita, ettei mustaa jäätä ole oppikirjojen tehtävissä.

Tehtävä 3.4.1

Illalla palatessani töistä kotiin tie oli kuiva ja pakkasta oli noin 10 astetta. Aamulla katselin, että onpa kiva ilma, kun on yksi aste plussan puolella eikä tarvitse edes autoa lämmittää. Lähdin töihin ja olin heti ajaa risteyksessä kolarin. Miksi? Käytä perusteluissa hyväksi annettuja tietoja lämpötiloista ja mieti mitä tielle on tapahtunut.



Ratkaisu:

Ellei tehtävän kuski ole jotenkin itse hölmöillyt itseään kolaritilanteeseen niin selitys löytyy mustasta jäädästä. Vaikka ulkoilma on lämmennyt, tien ominaislämpökapasiteetin takia tie on edelleen kylmä ja pakkasasteilla. Lämpimässä ilman kosteus jäätyy tien pakkasasteilla olevaan pintaan. Tien pintaan siis muodostuu ohut ja kirkas jääkerros. Ulkoisesti tie voi vaikuttaakin aivan märältä asfaltilta. Kuski meinasi ajaa kolarin varmaankin sen vuoksi, että tiellä oli mustaa jäätä, joka voi yllättää autoilijan, jos siihen ei osaa varautua.

Tehtävä 3.4.2 on opetussuunnitelman tavoitteen S4 mukainen, sillä tehtävän aiheena ovat mittasuhteet. Tehtävässä käsitellään tiheyttä, tilavuusyksiköitä ja massaa. Tehtävällä halutaan vastata myös tavoitteeseen T12 eli oppilasta halutaan ohjata arvioimaan kriittisesti tietolähteitä ja ohjata perustelemaan näkemyksiä fysiikan kannalta luontevalla tavalla. [1] Tehtävä auttaa ymmärtämään fysiikan käsitteitä. Tehtävän tarpeellisuutta voidaan perustella myös tutkimalla opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, sillä niiden tarkastelussa voidaan havaita, ettei vastaavaa tehtävää ole.

Tehtävä 3.4.2

Antti oli markkinoilla yhdessä Bertan kanssa. Antin ajatuksena oli ostaa mansikoita ja Bertan ideana oli ostaa omenamehua.



Antti huomasi, että yhdessä kojussa on myynnissä mansikoita 1 kg hinnalla 6 €/kg ja viereisessä kojussa 1 litra mansikoita hintaan 6 €/l. Kummasta Antin kannattaa ostaa mansikat vai onko se ihan sama?

Bertta havaitsi, että yksi koju myi omenamehua 1 litran pulloissa 2 €/pullo ja toinen koju myi 1 kg pakkauksissa, jotka maksoivat 2 €. Kummasta kojusta Bertan kannattaa ostaa omenamehu vai onko se ihan sama?

Ratkaisu:

- A)** Antin kannattaa ehdottomasti ostaa 1 kg mansikoita 6 eurolla, koska Antti saa samalla rahalla enemmän mansikoita. Tämä johtuu siitä, että 1 litra mansikoita on noin 0.55 kg mansikoita. Hän siis saa lähes kaksinkertaisen määrän ostaessaan kilon mansikoita. On tärkeää huomata, että myytävän tuotteen massa on eri asia kuin sen tilavuus. Kilomäärä kuvaa mansikoiden massaa ja litra kuvaa sitä, kuinka suuren tilavuuden mansikat vievät. Mansikat vievät helposti suurenkin tilavuuden, sillä ne eivät mukaudu toisiinsa, jolloin niiden väleihin jää tyhjää ilmaa.
- B)** Hinnan kannalta ei ole merkitystä, kummasta kojusta Bertta ostaa mehua. Mehu on käytännössä vettä. Yksi kilogramma vettä vie yhden kuutiodesimetrin eli yhden litran tilavuuden. Veden tiheys on 997 kg/m^3 , josta voidaan laskea veden massan avulla, kuinka suuri tilavuus on yhdellä kilogrammalla vettä.

$$tiheys = \frac{massa}{tilavuus}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{1kg}{997kg/m^3}$$

$$V = 1.0030 \cdot 10^{-3} m^3$$

$$V \approx 1 dm^3$$

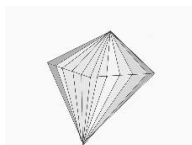
$$\approx 1l$$

Tehtävässä 3.4.3 tarkastellaan timanttia, joka on mitä luultavimmin kaikille tuttu jalokivi. Tehtävässä tutkitaan timantin fysikaalista puolta, tarkemmin sen rakennetta. Tehtävä vastaa tavoitteeseen S2, sillä siinä esitellään yksi maailmankaikkeuden rakenteista. [1]

Tehtävä 3.4.3

”Diamonds are forever” (John Barry)

Ovatko timpani ikuisia? Etsi tietoa internetistä selityksen tueksi.



Ratkaisu:

Timantit eivät ole ikuisia, koska ne koostuvat pääosin hiilestä. Normaalissa käytössä ne voivat tosin kestää miljoonia vuosia ja enemmänkin. Lopulta timantit muuntuvat grafiitiksi, jota on esimerkiksi lyijykynissä. Timantit voivat myös palaa kuten hiili.

Tehtävän 3.4.4 tavoitteena on vastata opetussuunnitelman tavoitteeseen T1, eli ”kannustaa ja innostaa oppilasta fysiikan opiskeluun.” [1] Yksikkömuunnokset ja tilavuuden käsitteen ymmärtäminen auttavat tehtävän ratkaisemisessa. Oppilaat voivat halutessaan myös laskea kuinka arvokas euroissa yksi rahakassi olisi.

Tehtävä 3.4.4

Kaksi varasta koitti ryöstää pankin. Toinen varkaista laittoi kassinsa (48 l) täyteen kultaharkkoja (kultaharkon massa: 1000 g, kultaharkon mitat: 116,5 mm, 51,0 mm, 9,5 mm) ja hänen kaverinsa pakkasi kassinsa täyteen (100 €) seteleitä (setelin massa: 1,02 g, setelin mitat: 0,14 mm, 147 mm, 82 mm). Voit olettaa, että laukku tässä tapauksessa mukautuu harkkojen ja setelien mukaiseksi.

- Saivatko varkaat siirrettyä ryöstösaaliinsa piilopaikkaansa?
- Voisivatko varkaat valmistaa itse kultaa? Etsi tietoa internetistä.



Ratkaisu:

- Kassi, johon ryöstösaalis aiotaan pakata, on $48 \text{ l} = 48 \text{ dm}^3$. Lasketaan kuinka monta kultaharkkoa mahtuu kassiin ja kuinka painava kassista tällöin tulee. Kultaharkon tilavuus saadaan mittojen avulla seuraavasti:

$$\text{kultaharkon tilavuus} = \text{leveys} \cdot \text{korkeus} \cdot \text{syvyys}$$

$$V = 116.5 \text{ mm} \cdot 9.5 \text{ mm} \cdot 51.0 \text{ mm}$$

$$V = 56444.25 \text{ mm}^3$$

$$V = 0.05644 \text{ dm}^3$$

Nyt, voimme laskea kuinka monta harkkoa mahtuu laukkuun:

$$\frac{\text{harkkojen tilavuus}}{\text{kassin tilavuus}} = \text{harkkojen määrä kassissa}$$

$$\frac{0.05644 \text{ dm}^3}{48 \text{ dm}^3} = 850.3966$$

eli 850 harkkoa

Jokainen harkko on massaltaan 1000 g eli yhden kilogramman, joten kassillinen harkkoja olisi massaltaan 850 kg. Varkaat tuskin saavat tällaista massaa ihan helpolla mukaansa.

Ratkaistaan samaan tapaan rahakassille. Ensin lasketaan setelin tilavuus:

$$\text{Setelin tilavuus} = \text{leveys} \cdot \text{korkeus} \cdot \text{syvyys}$$

$$V = 0.14 \text{ mm} \cdot 147 \text{ mm} \cdot 82 \text{ mm}$$

$$V = 1687.56 \text{ mm}^3$$

$$V = 0.00168756 \text{ dm}^3$$

Lasketaan sitten, kuinka paljon seteleitä mahtuu kassiin:

$$\frac{\text{setelin tilavuus}}{\text{kassin tilavuus}} = \text{setelien määrä kassissa}$$

$$\frac{0.00168756 \text{ dm}^3}{48 \text{ dm}^3} = 28443.43$$

eli 28443 seteliä

Jokainen seteli on massaltaan 1,02 grammaa eli kassi seteleitä on massaltaan:

$$\begin{aligned} \text{setelikassillisen massa} &= 1.02 \text{ g} \cdot 28443 \\ &= 29012.30 \text{ g} \\ &= 29.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

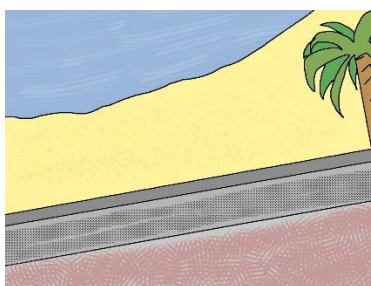
Melko raskas on tämäkin kassi. Varas saattaa saada kaksi kassia mukaansa, mutta noin raskaita säkkejä ei moni varas pitkään kannata. Tästä voidaan oppia ainakin se, että rikos ei kannata.

- b) Teoriassa kultaa voisi valmistaa itse. Tehtävän varkaat voisivat aluksi rakentaa ydinreaktorin, jossa he voisivat tuottaa neutroneita. Tämän jälkeen he voisivat asettaa elohopeaa ydinreaktoriin ja suuren työmäärän jälkeen he saisivat tuotettua pienen nokareen kultaa. Sen jälkeen kulta pitäisi saada jotenkin puhdistettua radioaktiivisesta saasteesta, mikä ei kuitenkaan onnistuisi pelkästään kemiallisilla metodeilla. Kaiken tämän perusteella voitaneen vastata, etteivät varkaat todellisuudessa voisi

valmistaa kultaa, koska he ovat jo lähtötilanteessa niin rahan tarpeessa, ettei ydinvoimala hankkeesta tulisi yhtään mitään.

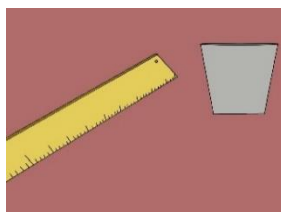
Tehtävällä 3.4.5 halutaan saavuttaa opetussuunnitelman tavoite T3 eli ”ohjata oppilasta ymmärtämään fysiikan osaamisen merkitystä omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa.” [1] SI-järjestelmän tuntemus auttaa tehtävän tekemisessä.

Tehtävä 3.4.5



Täytä tyhjiin kohtiin oikea SI-järjestelmän mukainen mittayksikkö.

Petteri on ummikkona ulkomailla. Hän tallustelee meren rannalla rantabulevardilla, joka on 1000 __ pitkä ja sattuu katsomaan lämpömittariin, jonka mukaan lämpötila on 20 __. Petterillä alkaa olla vähitellen kova hiki talsimisesta, ja hän poikkeaa kioskille kylmälle limsalle, joka tarjoillaan 0.33 __ tölkestä. Mereltä puhalttaa mukavan kevyt tuuli, jonka nopeudeksi Petteri arvioi 2 __. Hän kykenee arvioimaan tämän, kun läheisten palmujen lehdet kahisivat ja meren aallot ovat niin lyhyitä. Petteri katselee, kuinka pieni kalastusvene seilaa merellä ja pohtii, että veneen tiheyden __ täytyy olla pienempi kuin meriveden. Aikansa istuttuaan ja mietittyään syntyjä syviä Petteri päättää ottaa pienen spurtin hotellille. Hän on luultavasti harrastanut juoksua ennenkin, koska hänen juoksunopeutensa on 0.9 __.



Ratkaisu:

1. m
2. $^{\circ}\text{C}$
3. l
4. m/s
5. kg/m^3
6. m/s

Tehtävän 3.4.6 on opetussuunnitelman tavoitteen T4 mukainen. Tehtävässä oppilasta ohjataan ”käyttämään fysiikan osaamistaan kestäväen tulevaisuuden rakentamisessa sekä arvioimaan omia valintojaan energiavarojen kestäväen käytön kannalta.” [1]
Tehtävän ratkaisussa auttaa energian käsitteen tunteminen.

Tehtävä 3.4.6

Bodari Brad on melko uskottava 120 kiloinen jässikkä, joka treenaa päivittäin. Bradin personal trainer on antanut ohjeellisen ruokavalion Bradin päivittäiseen energiankulutukseen (4933 kcal).

- a. Kuinka paljon energiaa kilojouleina Brad käyttää päivittäin, jos hänen kulutuksensa on edellä mainittu ja 1 kcal vastaa 4.184 kJ?
- b. Jos Brad päättäisi juoda kevytmaitoa koko päivän eikä mitään muuta, niin kuinka monta purkkia hänen tulisi juoda, jotta energiankulutus täytyisi? Maidon energiasisältö on 190 kJ/46 kcal.



Ratkaisu:

- a) Energian avulla voidaan tehdä työtä. Brad käyttää energiaansa päivittäin muun muassa kehonrakennukseen, joka on fysiikan näkökulmasta työtä siinä missä hengittäminenkin. Saamme energiankulutuksen avulla ratkaistua Bradin käyttämän energian kertomalla kilokalorit muuntokertoimella 4,184 kJ. Saadaan:

$$E = 4933 \cdot 4.184 \text{ kJ}$$

$$E = 20639.672 \text{ kJ} ,$$

$$E = 20 \text{ MJ}$$

joka on valtava määrä energiaa!

- b) Lasketaan maitopurkkien määrä seuraavasti:

$$\frac{\text{päivän energiasisältö (kJ tai kcal)}}{\text{maitopurkin energiasisältö (kJ tai kcal)}} = \text{maitopurkkien määrä}$$

$$\frac{4933 \text{ kcal}}{46 \text{ kcal}} = 107.2391$$

Bradin täytyisi kitata 107 maitopurkkia päivässä. Eihän semmoisesta mitään tulisi. Tämän takia monipuolinen ruokavalio on päivittäisen energiansaannin kannalta hyvin tärkeää.

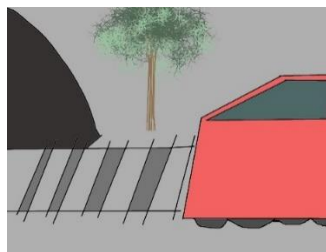
3.5 Vuorovaikutus ja liike

Tämä luku sisältää perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteen S5 mukaisia tehtäviä. Tavoitteen mukaan ”sisällöt liittyvät erilaisiin vuorovaikutuksiin ja kappaleiden liikeiloihin. Kahden kappaleen vuorovaikutustilanteista siirrytään yhteen kappaleeseen vaikuttaviin voimiin ja niiden vaikutukseen kappaleen liikkeeseen. Liiketilaa kuvataan tasaisen ja muuttuvan liikkeen malleilla myös kvantitatiivisesti. Mekaaninen työ ja teho kytketään kvalitatiivisesti energiaan.” Sen vuoksi tehtävissä on pääpaino erilaisissa vuorovaikutuksiin ja kappaleiden erilaisiin liikeiloihin liittyvissä tehtävissä. Tavoitteena on myös esitellä yhteen kappaleeseen kohdistuvia voimia kuten myös kahden kappaleen välisiä vuorovaikutuksia. Tehtävissä on myös aiheina kappaleen tasaista ja muuttuvaa liikettä. Mekaaninen työ ja teho myös sidotaan toisiinsa teoreettisella tasolla osassa tehtäviä. [1]

Tehtävä 3.5.1 on perusopetuksen opetussuunnitelman tavoitteen S5 mukainen, koska tehtävä käsittelee junan liikkumista ja sen vuorovaikutusta ilmassan kanssa, eli kappaleen liiketilaa ja sen vuorovaikutusta ympäristön kanssa. [1] Tehtävässä kerrotaan, kuinka junan liike tunnelissa aiheuttaa alipaineen junan sisälle. En havainnut vastaavaa tehtävää tutkittuani opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, joten tehtävä voisi olla hyvä lisä vuorovaikutus -aiheisiin.

Tehtävä 3.5.1

Juna kulkee vaan. Olemme matkalla Orivedeltä Jyväskylään. Matkalla on Lahdenvuoren rautatietunneli. Pohdi, miksi korvat menevät lukkoon junan mennessä tunneliin.



Ratkaisu:

Ilmanpaine junan sisällä alenee mentäessä tunneliin. Liikkuva juna aiheuttaa ilmapirtauksia, jotka synnyttävät paine-eron rajatussa tilassa, kuten tunnelissa. Juna siis kohdistaa painetta ilmassaan junan edessä, kun taas junan takana paine alenee. Ilmavirtaukset tunnelissa aiheuttavat paine-eron, joka aiheuttaa junan sisälle alipaineen. Tämä voidaan havaita ihan arkielämässäkkin esimerkiksi korvien lukkiutumisena tällaisessa tilanteessa.

Tehtävä 3.5.2 on opetussuunnitelman tavoitteen S5 mukainen, sillä siinä esitellään yhteen kappaleeseen vaikuttavia voimia. Tehtävässä tarkastellaan laskuvarjohyppääjän liiketilaa ennen rajanopeuden saavuttamista ja hyppääjään vaikuttavia voimia. [1] Lisäksi tehtävä on tarpeellinen, koska vain yhdessä kolmesta opetussuunnitelman mukaisesta oppikirjasta oli vastaavanlainen tehtävä.

Tehtävä 3.5.2

Aino pitää adrenaliinista ja harrastaa vapaa-ajallaan extreme -lajeja. Aino menee hyppäämään laskuvarjolla. Mitä voimia Ainoon kohdistuu ennen kuin hän saavuttaa rajanopeuden? (Vinkki: Rajanopeudella tarkoitetaan suurinta mahdollista nopeutta, joka väliaineessa voidaan saavuttaa.)



Ratkaisu:

Väliaineena tässä tapauksessa on ilma, ja rajanopeus saavutetaan tilanteessa, jossa ilmanvastusvoimat ovat yhtä suuret painovoiman kanssa. Eli ennen kuin Aino saavuttaa rajanopeutensa ilmassa, häneen kohdistuu painovoima ja väliaineen vastus. Ilmanvastuksella tarkoitetaan ilmamassan ylöspäin suuntaamaa voimaa, joka aiheutuu paine-erosta laskuvarjon ylä- ja alapinnan välillä.



Kuva 8: Kuvassa ovat vektorien avulla merkityt voimanuolet, joilla kuvataan laskuvarjohyppääjään ja hänen varjoonsa vaikuttavia voimia ennen rajanopeuden saavuttamista. Painovoima (\vec{G}) -vektori on pidempi, koska rajanopeutta ei ole vielä saavutettu. Lisäksi kuvaan on merkitty laskuvarjohyppääjän nopeutta hidastava voima eli ilmanvastus (\vec{N}).

Tilanteessa liike on kuitenkin hidastuvaa, koska mitä lähemmäs päästään rajanopeutta, sitä suurempia ovat putoamisen nopeutta hidastavat ilmanvastusvoimat.

Tehtävä 3.5.3 kuvaa luistelijaan vaikuttavia voimia eli teoriassa yhteen kappaleeseen vaikuttavia voimia ja on siten opetussuunnitelman tavoitteen S5 mukainen. Tehtävällä pyritään myös vastaamaan opetussuunnitelman tavoitteeseen T14 eli halutaan antaa oppilaalle valmiuksia vuorovaikutuksista ja liikkeestä jatko-opintoja ajatellen. [1] Tehtävä on tarpeellinen, sillä se näyttää käytännön elämän esimerkin luistelussa vaikuttavista voimista ja miten ne vaikuttavat liikkeeseen. Kitkan käsitteen tunteminen helpottaa tehtävän teossa.

Tehtävä 3.5.3

Taitoluistelija Taina luistelee ahkerasti, hän on ottanut kuvan mukaisen asennon, jossa hän liukuu jäällä. Mitä voimia Tainaan vaikuttaa hänen liukuessa jäällä?



Ratkaisu:

Tainan luistellessa kuvan mukaisessa asennossa häneen kohdistuu jään tukivoima, ilmanvastus, kitka sekä painovoima. Huomionarvoista on, että häneen ei kohdistu liukuessa työntäviä voimia. Liukumisen saa ennen pitkää loppumaan luistimen ja jään välinen kitka, joka on pieni ja usein fysiikan tehtävissä se oletetaan olemattomaksi. Lisäksi tilanteessa on ilmanvastusta, joka hidastaa liukumista.



Kuva 9: Kuvaan on merkitty Tainaän vaikuttavat voimat vektorien avulla. N on jään pinnan luistimeen kohdistama tukivoima, G on painovoima, F_μ on jään pinnan ja luistimen välinen kitkavoima ja F_i on ilmanvastus.

Tehtävä 3.5.4 on opetussuunnitelman tavoitteen S5 mukainen, sillä se käsittelee kappaleeseen vaikuttavia voimia ja liikettä. Tehtävä on myös tavoitteen T4 mukainen, eli oppilaan on tarkoituksena hyödyntää osaamistaan kestävän tulevaisuuden luomisessa sekä arvioida omia valintojaan energiavarojen kestävää käyttöä ajatellen. [1] Tehtävä on hyödyllinen, sillä siinä esitellään käytännön elämän ongelma, johon annetaan myös ratkaisu. Väliaineen vastus olisi hyvä olla pohjatietoina tehtävää ajatellen.

Tehtävä 3.5.4

Perhe Lampinen on menossa mökille. He ovat autossa moottoritiellä. Perheen isä päättää säästää energiaa sammuttamalla auton ilmanvaihdon ja avaamalla ikkunat. Mikä meni pieleen?



Ratkaisu:

Auton ollessa liikkeessä ilmanvaihtoon menee vähemmän energiaa auton ikkunoiden ollessa kiinni kuin tilanteessa, jossa ilmanvaihto on sammutettu ja ikkunat ovat auki, jolloin ilmanvastus on valtavan suuri. Ilmanvastusvoimien voittamiseen kuluisi luonnollisesti enemmän energiaa.

Tehtävän 3.5.5 tarkoituksena on olla opetussuunnitelman tavoitteen T1 mukainen, eli ”kannustaa ja innostaa oppilasta fysiikan opiskeluun.” [1] Yhdistelyjä voisi tehdä ennen perusvuorovaikutuksia ja siten katsoa millaisia pohjatietoja oppilailla on aiheesta.

Tehtävä 3.5.5

Yhdistelykorttipeli perusvuorovaikutuksista.

Perusvuorovaikutus	Perusvuorovaikutus	Perusvuorovaikutus	Perusvuorovaikutus
Gravitaatio eli painovoima	Vahva vuorovaikutus	Heikko vuorovaikutus	Sähkömagneettinen vuorovaikutus
Millainen olemus?	Millainen olemus?	Millainen olemus?	Millainen olemus?
Vetää puoleensa	Vetää puoleensa tai hylkii riippuen etäisyydestä	Pystyy vaihtamaan hiukkasen toiseksi	Vetää puoleensa tai hylkii riippuen kappaleesta
Missä havaitaan?	Missä havaitaan?	Missä havaitaan?	Missä havaitaan?

Kaikkien kappaleiden välillä	Atomin ytimessä	Hyvin pienillä etäisyyksillä kvarkkien välillä	Varauksellisten hiukkasten välillä
Suhteellinen voimakkuus	Suhteellinen voimakkuus	Suhteellinen voimakkuus	Suhteellinen voimakkuus
Perusvuorovaikutuksista heikoin	Perusvuorovaikutuksista vahvin	Toisiksi heikoin	Toisiksi voimakkain

Ratkaisu:

Oikeat rivit ovat valmiina ylhäältä alaspäin. Tästä pohjasta voi leikata kortit ja sitten sekoittaa ne ja antaa oppilaalle järjestettäväksi.

3.6 Sähkö

Tämän luvun tehtävien tarkoituksena on vastata perusopetuksen opetussuunnitelman S6 tavoitteeseen. Tavoitteen painopisteenä on tarkastella virtapiiriä jännitteen ja sähkövirran välisen yhteyden avulla sekä kvalitatiivisesti että kvantitatiivisesti. Tavoitteen mukaan tehtävien tulisi käsitellä kodin sähköturvallisuutta sekä sähkön käyttöä ja tuottamista. Tämän tavoitteen mukaisesti tähän lukuun on valittu tehtäviä, jotka käsittelevät edellä mainittuja aihepiirejä. Tehtävissä korostuu myös jännitteen ja sähkövirran välinen yhteys ja niihin liittyvät ominaisuudet. Tehtävissä on myös lukuarvojen avulla käsitelty sähköön liittyvien suureiden välisiä suhteita. [1]

Tehtävässä 3.6.1 käsitellään sähköisistä komponenteista sulaketta. Tehtävä vastaa opetussuunnitelman tavoitteeseen S6, sillä tehtävä liittyy sähkölaitteeseen ja erityisesti sähköturvallisuuteen. Lisäksi tehtävä ohjaa tavoitteen T8 mukaisesti oppilasta ymmärtämään teknologisen sovellutuksen toimintaperiaatetta ja merkitystä. [1]

Tehtävä on hyvin käytännönläheinen ja tarpeellinen, sillä siinä myös annetaan mahdollinen ratkaisu oikeassa elämässä mahdollisesti eteen tulevaan ongelmaan. Sulakkeen ja muutenkin sähköaiheiden käsittely helpottaa tehtävän ratkaisemista.

Tehtävä 3.6.1

Oli pyykkipäivä. Pesukone laitettiin täyteen pyykkiä ja käyntiin, mutta sitten paloi sulake. Sulakkeessa, joka paloi, on punainen merkintä eli sen nimellisvirta on 10 A. Pesukoneen ohjekirjasessa sanotaan, että pesukone vie 3 kW tehoa. (Vinkki: ”Sulake on virtapiirin turvalaite, joka katkaisee virtapiirin turvallisesti, jos virtapiirissä kulkee liian suuri sähkövirta” [7]. Tutki sulakkeiden värikoodeja internetistä.)

- a) Miksi sulake paloi?
- b) Miten tilanne voitaisiin korjata?



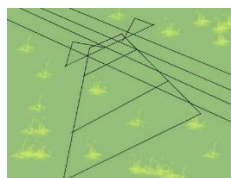
Ratkaisu:

- a) Sulake on sähköinen komponentti, jonka ideana on katkaista sähkönkulku sähkövirran kasvaessa liian suureksi. Sähkövirta on siis tullut liian suureksi kyseiselle sulakkeelle, joten se on katkaissut virran ja palanut. Punaisella merkinnällä oleva sulake kestää 2.4 kW tehoa, joten sen vuoksi 3 kW teholla toimiva pesukone ei voi toimia. ”Sähköteho on jännitteen ja sähkövirran voimakkuuden tulo, joka ilmaistaan kaavana $P=UI$.” [7] Yhtälössä P on sähköteho, U on jännite ja I on sähkövirta.
- b) Tämä voitaisiin korjata ottamalla pesukoneen tarvitsema sähkövirta toisesta pistorasiasta, jolle kodin sähkötaulussa on 16 A harmaalla merkitty sulake. Tämä sulake kestää 3.8 kW tehon eli reilusti pesukoneen verran.

Tehtävä 3.6.2 on opetussuunnitelman tavoitteen S6 mukainen, sillä tehtävässä korostuu sähköön liittyvien suureiden väliset suhteet. Tehtävällä pyritään myös tavoitteeseen T3. Tavoitteen mukaisesti halutaan ohjata oppilasta sisäistämään fysiikan osaamisen tarpeellisuutta omassa elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa. [1] Aihe on hyvin käytännönläheinen, jonka vuoksi tehtävä on myös tarpeellinen. Tehtävä soveltuu lisämateriaaliksi sähköaiheisiin.

Tehtävä 3.6.2

Tapani oli lenkillä metsässä ja havaitsi metsän läpi menevän voimalinjan. Voimalinjan palkeissa oli varoituksia hengenvaarasta. Hän mietti mikä idea hengenvaarallisissa korkeajännitevoimalinjoissa on. Auta Tapania selvittämään, miksi sähköä siirretään korkeajännitteellä. Etsi tietoa internetistä.



Ratkaisu:

Suuri jännite soveltuu hyvin johtoihin, sillä tällöin johdoissa tulee olla vain riittävän hyvä eriste eli suojausmateriaali. Lisäksi korkeajännitteen avulla vähennetään johtimen tehohäviötä, joka kasvaa johtimen virran kasvaessa. Saman tehon siirtämiseen taloussähköjännitteellä 240 V tarvittaisiin mielettömän paksut, raskaat ja kalliit johdot.

Tarkastellaan tätä matemaattisesti:

$$(1) P = RI^2, \text{ jossa } P \text{ on teho, } R \text{ on resistanssi eli vastus ja } I \text{ on sähkövirta}$$

$$(2) P = \frac{U^2}{R}, \text{ jossa } P \text{ on teho, } R \text{ on resistanssi eli vastus ja } U \text{ on jännite}$$

Tässä on esitetty sähköteho kahdella eri tavalla. Voidaan havaita yhtälöstä (1), että kasvattamalla sähkövirtaa johdossa, teho suurenee ja tämän seurauksena johdon häviöteho eli teho, joka kuluu lämpenemiseen kasvaa. Eli hukataan sähköenergiaa. Toisaalta yhtälöstä (2) voidaan havaita, että mitä suurempi jännite on, niin sitä suurempi määrä saadaan tehoa. Tämän tehon määrään voidaan vaikuttaa johtimen valinnalla. Resistanssi on riippuvainen sähköjohdon materiaalista, johdon poikkipinta-alasta ja pituudesta. Tämä voidaan esittää matemaattisesti:

$$(3) \ R = \rho \frac{l}{A}, \text{ jossa } \rho \text{ on sähköjohdon materiaalin ominaisvastus, } l \text{ on johdon pituus ja } A \text{ on johdon poikkipinta-ala}$$

Yhtälöstä (3) voidaan havaita, että mitä paksumpi johto on, eli mitä suurempi sen poikkipinta-ala on, niin sitä pienempi on vastus. Lisäksi voidaan huomata, että mitä pidempi johto on, sitä suurempi on vastus.

Tästä voidaan päätellä, että käytännöllisistä syistä on järkevämpää käyttää korkeajännitettä. Jos käytettäisiin suurta sähkövirtaa, tarvittaisiin siis paksu, raskas ja kallis johto, joka olisi mahdoton asentaa tai olisi hyväksyttävä suuret tehohäviöt, joka sekin on hyvin kallista.

4 YHTEENVETO

Tämän tutkielman tavoitteena oli tehdä käytännönläheisiä ja arkielämään sidottuja fysiikan tehtäviä. Tutkielma koostuu 35 tehtävästä, jotka perustuvat tämänhetkisen perusopetuksen opetussuunnitelman [1] tavoitteisiin. Tutkielman tekemistä tukivat fysiikan tutkimusprojekti, jossa tarkasteltiin perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisia oppikirjoja, ja Guidon [5] sekä Ng ja Nguyenin [7] tutkimukset. Edellä mainitun aineiston perusteella havaittiin, että käytännönläheiset ja arkipäivään sidotut tehtävät ovat hyvin tarpeellisia. Lisäksi havaittiin, että käytännönläheisiä ja arkipäivään sidottuja tehtäviä oli kaiken kaikkiaan melko vähän ja niiden määrä vaihteli oppikirjoittain ja aiheittain fysiikan opetusmateriaaleissa. Tämän tutkielman tarkoituksena oli lisätä arkipäivään sidottujen tehtävien määrää ja innoittaa muitakin opiskelijoita tekemään vastaavanlaisia tutkielmia.

Tämän tutkielman tehtävät ovat jaoteltu opetussuunnitelman [1] tavoitteiden mukaisesti eri aihealueisiin, ja niitä on pyritty lähestymään eri lähtökohdista. Tehtävien tarpeellisuutta on perusteltu ja niihin vaadittuja taustatietoja on myös esitelty ennen tehtäviä. Opetuksessa käytännönläheiset esimerkit ovat yksi tapa, jolla voidaan konkretisoida fysiikan käsitteitä ja tukea niiden ymmärtämistä. Arkipäivään sitomisen avulla voidaan näyttää suoria hyötyjä fysiikan oppiaineen ja erilaisten arkielämän tilanteiden ja ammattien välillä. Tehtävien arkipäiväisyys ja aihevalinnat voivat myös nostaa mahdollisesti oppilaan motivaatiota oppiaineen opiskelussa.

Tutkielman tehtävien laadinnan lähtökohtana on ollut antaa selityksiä ja ratkaisuja arkipäivään liittyviin fysiikan kysymyksiin. Kuten aiemmin tässä tutkielmassa huomattiin, olemassa olevissa oppimateriaaleissa olisi tarvetta lisätä arkipäivän aiheita. Käytännön tasolla, opetusharjoittelussani, tein havaintoja aiheista, jotka vaativat selityksiä ja havainnollistamista. Lisäksi opetusharjoittelussani käydyt keskustelut oppilaiden kanssa tukivat tutkielmani aihevalintaa. Harjoittelun aikana oli varsin yleistä, että oppilaat hakivat arkipäivästä jotain tarttumapintaa johonkin haastavan kuuloiseen käsitteeseen tai ilmiöön. Usein kun oppilaat yrittivät löytää oppikirjasta tällaista esimerkkiä, niin selkeää vastausta ei saatu. Lisäksi pidettyäni oppitunteja, tein arkipäiväisiä rinnastuksia, tehtäviä ja kuvia oppilaille ja havaitsin, että oppilaat olivat tällöin motivoituneita ja kykenivät tekemään tehtäviään helpommin.

Tällöin he ymmärsivät missä ja miten jotakin aihetta voidaan hyödyntää. Puhuttuani oppilaille ilmeni, että useimmiten fysiikka mielletään vain ”joksikin laskemiseksi”, mutta syvällisempää yhteyttä fysiikan ja elinympäristön välillä ei ole aina havaittu. Matematiikka ja laskeminen on vain yksi osa fysiikan valtakuntaa, joka selittää lähes kaiken maailmastamme hiukkastasolta aina avaruuden äärettömän suuriin rakenteisiin. Fysiikka oppiaineena auttaa meitä ymmärtämään elämää ja meitä kaikkia ympäröiviä arkipäiväisiä ilmiöitä ja tapahtumia. Arkipäivään sidotut esimerkit auttavat lähestymään tätä hyvin mielenkiintoista oppiainetta, ja ne auttavat ymmärtämään sekä pääsemään syvemmälle tämän oppiaineen pariin. Fysiikan sisältö ei läheskään aina ole itsessään kovinkaan hankalaa, ja esittämistavalla siihen voidaan myös vaikuttaa. Jos käytetään haastavia käsitteitä ja lasketaan valtavan pienillä tai suurilla arvoilla tai käytetään yksiköitä, joita ei ole ehkä koskaan nähnyt, on varsin haastavaa lähteä tekemään tehtävää. Esimerkeillä ja omaan elämään liittämällä on arvaamattoman suuri merkitys. Loppujen lopuksi olisi hienoa, että tutkielmastani olisi hyötyä ja iloa tulevaisuudessa fysiikan opintoihin.

Tutkielman tehtävistä on tehty myös Moodle-alustalle materiaalit yhteistyössä Touko Sinisalon Touko-konsernin kanssa. Lisäksi sillanrakenteisiin liittyvään tehtävään on Moodlessa video2, jonka luomisessa on auttanut Samuel Laulainen. Erityisen suuri kiitos näihin saadusta avusta. Tämä materiaali on saatavilla osoitteessa: <https://ndp.fi/moodle/> kirjautumalla käyttäjällä: demo10 ja syöttämällä salasanan: Demo1010#

5 LÄHDELUETTELO

- [1] Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014, haettu osoitteesta https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf 30.1.2020
- [2] Sanoma Pro Oy, FYKE Fysiikka 7–9, Anne Kangaskorte, Jari Lavonen, Outi Pikkarainen, Heikki Saari, Jarmo Sirviö, Kirsi-Maria Vakkilainen, Jouni Viiri, 2016
- [3] Fysiikan tehtävät lukion ensimmäisen matematiikan kurssin oppikirjoissa, Lukututkielma, Lappalainen Mikko 2018
- [4] Oppiminen tiedon rakentamisena, Päivi Tynjälä, 1.–3.painos, Tammer-Paino OY; Tampere 2002
- [5] Attitude and Motivation towards Learning Physics, Ryan Manuel D. Guido, 2(11), November – 2013, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)
- [6] Perusopetuslaki 1:2§, haettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628>, 9.5.2020
- [7] Investigating the integration of everyday phenomena and practical work in physics teaching in Vietnamese high schools, Wan Ng, Van Thanh Nguyen, 7(1), 2006 International Education Journal
- [8] Sanoma Pro Oy, Ilmiö 7–9 Fysiikka, Heikki Lehto, Hannele Salonen ja Jukka Maalampi, 8.-9.painos, 2016
- [9] Otava, Titaani, Martti Heinonen, Jukka Kohtamäki, Mikko Korhonen, Helena Muilu, Tommi Virtanen, 2018
- [10] Otava, Abi Fysiikka, Pasi Ketolainen ja Mirjami Kiuru, 2013

[11] Haettu osoitteesta <https://www.britannica.com/technology/bridge-engineering>, 25.5.2020

[12] Haettu osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4mm%C3%B6nl%C3%A4p%C3%A4isykerr>oin, 24.5.2020

[13] Haettu osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmanvastus>, 24.5.2020

[14] Kysytty ja haettu osoitteesta <https://physics.stackexchange.com/questions/551604/why-can-you-in-physics-exercises-neglect-the-effect-of-air-drag-in-case-of-baske>, 13.5.2020

[15] Haettu osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/R%C3%B6ntgens%C3%A4teily>, 24.5

[16] Haettu osoitteesta, <https://www.solving.com/products/air-bearing-modules-for-heavy-loads/air-caster/>, 28.5

[17] Haettu osoitteesta <https://ag-safety.extension.org/preventing-tractor-overturn-incidents/>, 1.6.2020